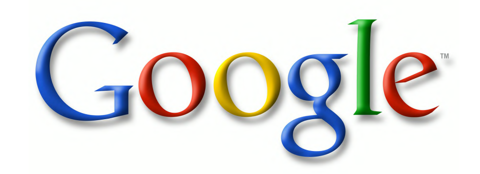


# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

IMPRIMERIE F. RAMBOZ ET Cie, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 78.

# BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DE GENÈVE.

---

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## TOME VINGT-DEUXIÈME.

GENÈVE

JOEL CHERBULIEZ, LIBRAIRE, RUE DE LA CITÉ.

**PARIS,**

JOEL CHERBULIEZ,
PLACE DE L'ORATOIRE, 6.

**ALLEMAGNE,**

J. KESSMANN,
A GENÈVE, RUE DU RHONE 171.

1853

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## Mémoire sur une manière exacte de mesurer les gaz, suivi de quelques applications, par C. Brunner, professeur de chimie à Berne.

La quantité d'un gaz est déterminée le plus souvent par la mesure en volume. Ce n'est que dans des cas spéciaux que l'on s'est servi de poids, soit en déterminant la perte occasionnée par leur dégagement d'une combinaison ou par l'augmentation de poids d'une substance employée pour les absorber. C'est sur le premier de ces principes que reposent certaines méthodes pour déterminer la quantité d'acide carbonique ou d'oxygène, et sur le dernier que se fondent plusieurs méthodes eudiométriques déjà suffisamment connues.

Il paraît qu'en général on croit que la détermination par voie de mesure soit plus exacte que celle que peut fournir la balance. En effet, on peut admettre qu'il est plus facile de mesurer une très-petite quantité de gaz que de la peser. Un millimètre peut encore être évalué directement par nos moyens de mesurage ordinaire, tandis que la meilleure balance n'indique plus la quantité d'un gaz correspondant à un centilitre.

Cependant la question se présente différemment, quand on compare le volume occupé par un gaz sous une température et une pression connues, déterminé par le poids d'un liquide pesant, tel que le mercure, qui occuperait le même volume. Un milligramme de mercure est d'un si petit volume, qu'on réussirait difficilement à en mesurer un semblable sous forme de gaz.

Si, par conséquent, on connaît la capacité d'un vase, celle d'un tube eudiométrique, par exemple, en milligrammes de mercure, il est évident qu'en y introduisant un gaz qui en déplace une certaine quantité, le poids du mercure restant fournira le moyen de déterminer rigoureusement le volume du gaz en unités de milligrammes de mercure en volume, et il ne s'agit plus que de réduire la quantité déterminée de cette manière par le calcul, au volume réel à une température et une pression connue.

Quoique le principe qui vient d'être exposé ne soit pas entièrement nouveau, et qu'on l'ait déjà employé à certaines recherches spéciales[1], je ne trouve pas que l'on ait indiqué une méthode générale et applicable aux expériences ordinaires. Voici donc l'appareil destiné à ce but.

A (*fig.* 1) est une éprouvette ordinaire faite d'un tube de verre d'environ 10 à 11 millimètres de diamètre intérieur[2], muni à son extrémité supérieure d'une calotte

[1] Je citerai celles de *Dulong* et *Petit* sur la dilatation du verre (*Ann. de Chimie et de Phys.*, VII, 138), de *Rudberg*, sur la dilatation de l'air (*Ann. de Poggendorff*, XLI, 271), de *Kopp*, sur celle de différentes substances (*Jahresbericht de Liebig et Kopp* pour l'année 1851, p. 53).

[2] Les mesures indiquées se rapportent à quelques applications spéciales qu'on va lire ; rien n'empêcherait de changer les dimen-

de cuivre moyennant laquelle il peut être fixé à la tige B de fer et portant une échelle, dont la pointe inférieure *o*, étant mise en usage effleure la surface du mercure d'une petite cuve pneumatique. Dans sa partie inférieure, l'éprouvette porte un robinet en fer dont l'ouverture de la clef a 2 millimètres de diamètre. Ce robinet doit être travaillé avec soin, afin de ne pas laisser entrer de l'air, si le gaz renfermé se trouve à une pression un peu moindre que celle de l'atmosphère, et que l'instrument soit hors de la cuve. L'échelle pourrait être fixée à la cuve, cependant il est quelquefois utile de la baisser ou de la monter, ce qui se fait au moyen de la petite tige latérale *b* qui s'engage dans une rainure du support *c* fixé à la cuve. On la fixe à l'endroit convenable moyennant la vis s'ajustant sur le dos du support *d*.

On conçoit que le tube contenant une quantité quelconque de gaz, celui-ci se trouve, le robinet étant ouvert et l'échelle effleurant par sa pointe le niveau du mercure de la cuve, sous une pression moindre que celle qu'indique le baromètre, de la hauteur du mercure contenu dans l'éprouvette, indiquée par l'échelle. Pour prendre exactement cette hauteur, on a une feuille de cuivre *e*, courbée d'après le tube *d* et glissant facilement sur sa longueur, que l'on meut jusqu'à la surface du mercure intérieur. C'est le moyen dont on se sert dans la plupart des baromètres.

Pour connaître la température du gaz renfermé dans l'instrument, on a un second tube de verre D, égal à

sions en conservant les proportions relatives. Les figures (à l'exception des fig. 4 et 5) montrent l'appareil dont je me sers en grandeur moitié naturelle (dimension linéaire).



l'éprouvette et ouvert des deux bouts. Celui-ci se trouve fixé dans une cage carrée dont les parois sont faites en carreaux de verre, ce qui lui donne l'aspect d'une petite lanterne. Le tube est fixé dans le fond supérieur de ce vase, et contient un thermomètre très-sensible, divisé en dixièmes de degrés, dont le réservoir se trouve au milieu du tube. Il est évident que cet appareil étant placé sur la cuve, ainsi que la *fig.* 1 le fait voir, le gaz à mesurer et l'air dans lequel le thermomètre plonge se trouvent sensiblement sous les mêmes conditions de température. On conçoit que la cage sert à intercepter les influences extérieures.

Pour introduire le gaz dans l'instrument, ce qui ne serait pas sans difficulté par les moyens ordinaires, voici comment on procède. On reçoit d'abord le gaz, soit sur l'eau, soit sur le mercure, dans un petit vase en boule qu'on en remplit entièrement. On le porte, l'ouverture du vase fermée par le doigt dans la cuve de notre appareil, et on l'enfonce de manière que la pointe *p* (*fig.* 1) en touche le fond. On baisse le tube *t* dans la direction *t'*, on ouvre le robinet *r* et on laisse écouler le mercure contenu dans la boule E. Il est évident qu'il est remplacé par le gaz qui se trouve dans le vase. La pointe *p*, par laquelle cette transfusion a lieu, doit être capillaire, du moins à son extrémité. Pour plus de solidité, il est convenable de la faire en fer et de la mastiquer sur la boule. Avec un peu d'habitude, on parvient facilement à introduire le gaz jusqu'à la dernière bulle sans rien perdre. Pour le transporter maintenant dans le tube mesureur, il suffit de relever le tube *t*, après avoir fermé le robinet, de remplacer le vase qui a servi pour apporter le gaz par

le tube mesureur rempli de mercure[1] que l'on place sur le tube capillaire qui doit entrer facilement par l'ouverture du robinet, et d'ouvrir de nouveau le robinet du tube *t*, après avoir introduit une suffisante quantité de mercure par l'entonnoir. Les deux petites boules *ff*, ainsi que l'étranglement intermédiaire, ont pour but d'empêcher l'air qui pourrait s'introduire par le robinet, de monter dans le réservoir E.

Il s'agit maintenant de mesurer et de peser. Après avoir fixé le tube, le robinet restant ouvert, avec son échelle au pied de la cuve (*fig.* 1) et l'avoir recouvert de la cage contenant le thermomètre, on attend un temps suffisant pour que tout l'appareil acquière une température uniforme ; dix à quinze minutes doivent suffire. On note la température indiquée par le thermomètre, et l'on ferme le robinet, sans encore ôter la cage. C'est à cet effet que la clef du robinet est prolongée et peut être mue par une tige de fer qui s'introduit dans un trou de ce prolongement. (Voyez *fig.* 2, *e*, et *fig.* 4.) Alors on ôte la cage et l'on observe sur l'échelle la hauteur du mercure intérieur, au moyen d'une loupe. Il est facile de l'apprécier à un dixième de millimètre.

Ceci étant fait, on sépare le tube de la cuve et de l'échelle, et on le pèse au milligramme.

Avant de donner la formule pour calculer le gaz, observons encore deux points essentiels.

L'on sait que pour mesurer le volume d'un gaz, il faut choisir entre deux conditions. Ou le gaz doit être parfai-

[1] Pour remplir le tube de mercure, sans qu'une quantité appréciable d'air s'y attache en forme de bulles, il suffit de l'introduire par un entonnoir dont le tube plonge au fond du tube à remplir.



tement sec, où il doit se trouver à l'état de saturation de vapeur d'eau. La première condition s'obtient à l'aide de substances que l'on introduit et qu'on y laisse séjourner un temps suffisant pour opérer la dessication. Dans notre appareil, on peut se servir d'un fil de fer ou de platine un peu fort, dont l'extrémité est couverte de chlorure de calcium fondu au chalumeau. On donne à cette couche l'épaisseur convenable pour permettre de passer le fil à travers l'ouverture du robinet.

Toutefois, ce moyen est peu commode et demande beaucoup de temps ; il est préférable de se servir de la méthode par saturation d'humidité. A cet effet, on humecte le tube légèrement, avant d'y recevoir le gaz, au moyen d'un pinceau. On doit se garder d'introduire assez d'eau pour rendre la surface du mercure visiblement humide. Nous verrons comment on tient compte de l'effet de cette humidité dans l'appréciation du volume.

La seconde correction se rapporte à la courbure que présente la surface du mercure dans des tubes de verre, ou, en terme de physique, à la *dépression* du mercure. Ce phénomène aurait une influence sur la hauteur de la colonne de mercure dans le tube mesureur. On corrige cette erreur par le calcul, d'après les tableaux que l'on trouve dans tous les traités de physique, en ayant égard au diamètre du tube.

Voici enfin la formule pour calculer le volume réel du gaz sec à 0° et à 760 millim. de pression :

Soit $q$ la quantité de mercure que l'instrument peut contenir à 0°.

$q'$ la quantité de mercure qui y reste après avoir introduit le gaz.

$d$ la dépression du mercure propre au calibre du tube.

$t$ la température indiquée par le thermomètre et en même temps celle du laboratoire[1].

B indication du baromètre.

$b$ la hauteur de la colonne de mercure dans le tube.

T tension du gaz à la température observée.

On aura pour le volume V.

$$V = \frac{[q - q'(1+0{,}00018\,t)]\,(B+d-b-T)\,(1+0{,}00018\,t)}{760\,(1+0.003665\,t)}$$

Pour acquérir l'habitude de cet appareil, je conseille à ceux qui veulent en faire usage de commencer par déterminer la même masse d'air sous des pressions et à des températures différentes. Ils trouveront que dans peu de temps les chiffres obtenus différeront à peine de $\frac{1}{1000}$. Je recommande surtout de ne pas négliger ce qui a été dit par rapport à l'humidité.

Il est à remarquer que, dans les cas où l'on aura pour la même expérience à mesurer différentes portions de gaz, comme par exemple dans les expériences eudiométriques, il ne faut pas négliger de remplir de mercure, après chaque pesée, l'ouverture de l'instrument située au-dessus du robinet, ce qui se fait en le retournant. On bouche ensuite avec le doigt, on porte le tube dans la cuve, et l'on ouvre de nouveau le robinet, pour introduire le second gaz.

## APPLICATION DE CETTE MÉTHODE A QUELQUES CAS SPÉCIAUX.

Quoique le procédé qui vient d'être décrit soit d'un usage général, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de signaler ici quelques applications particulières.

[1] Je me permets, pour simplifier, d'admettre cette concordance qui évite une réduction de la colonne barométrique spéciale. La différence est si minime, que l'erreur ne peut être sensible.



### 1°. *Application à l'hypsométrie.*

Le moyen dont nous nous servons habituellement pour déterminer l'élévation dans l'atmosphère, comme par exemple la hauteur d'une montagne au-dessus du niveau de la mer, est, comme tout le monde sait, l'emploi du baromètre. Voyons comment notre procédé peut suppléer à cet instrument.

Soit encore $q$ la quantité de mercure que notre tube mesureur peut contenir à 0°. Qu'on le remplisse dans une station plus élevée (au sommet d'une montagne), d'air humide d'une température connue, qu'on le ferme hermétiquement et qu'on le transporte à la station inférieure, il est évident qu'en l'ouvrant dans une cuve à mercure, celui-ci montera dans le tube, suivant la différence des deux pressions barométriques correspondant aux deux stations. Pour comparer les volumes de la même masse d'air aux deux stations, il suffira donc d'en faire la détermination par le procédé décrit ci-dessus, et il sera facile d'en déduire la valeur barométrique de la station supérieure.

Soit comme précédemment le volume d'air rapporté de la station supérieure et déterminé à la station inférieure sous la pression B et la température $t$

$$V' = \frac{[q - q'(1+0,00018\,t)]\,(B+d-b-T)\,(1+0,00018\,t)}{B\,(1+0,003665\,t)}$$

B′ la hauteur barométrique de la station supérieure que nous cherchons, V la capacité de l'instrument, on a

$$B : B' = V : V'$$

et

$$B' = \frac{B\,V'}{V}$$

Dans cette formule, on a négligé une petite correction qui serait à faire pour la capacité du tube à différentes températures, relativement à la dilatation du verre, et qui, d'après les expériences de Rudberg, est de

$$(1 + 0,00002285\,t)$$ [1]

Il faudrait, par conséquent, mettre ce facteur dans le diviseur de la formule. Cependant cette correction me paraît inutile. Si, comme je le puis supposer d'après mes expériences, l'erreur de mesurage d'après le nouveau procédé ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$ du volume, il est évident qu'il nous remplace un baromètre, dont l'erreur, y compris celles de la capillarité, de la température, etc., atteint 0,760 millimètres.

Pour recueillir de l'air à différentes stations, il est préférable de se servir de petits vases particuliers sans emploi de robinet. On se servirait de petites boules de la capacité de 150 à 160 grammes de mercure, dont on a déterminé le volume, en pesant le mercure qu'ils peuvent contenir. Pour les remplir d'air à la station, on les introduirait dans un vase cylindrique de bois ouvert en dessous, de manière que le col de la boule traverserait le fond supérieur du vase et serait maintenu solidement par un bouchon de liége. Un vase semblable recevrait le réservoir du thermomètre. L'équilibre de température étant établi, on ferme la boule par un petit carreau de verre posé sur le col usé de la boule, et on l'y fixe moyennant un peu de mastic[2] appliqué d'avance, ce qui se fait

[1] D'après Despretz = $(1+0,00002586\,t)$.

[2] Un mastic convenable se compose de parties égales de céruse et minium pétri avec un mélange de 1 partie de térébenthine et 2 parties d'huile d'olive.



sans manier beaucoup l'appareil. La *fig*. 3 montre ce petit appareil.

Une boule semblable se vide facilement dans celle de la cuve à mercure, et de là dans le tube mesureur, de la manière déjà décrite. Qu'on n'oublie pas d'introduire une gouttelette d'eau dans chaque boule ou d'y souffler de l'air humide.

Le principe de cette méthode hypsométrique n'est pas entièrement nouveau, ayant déjà été proposé par *Prechtl*[1]. Il paraît cependant qu'il n'a jamais été mis à exécution. Prechtl se servait de tubes effilés qu'il bouchait par de la cire à cacheter, et qu'il plongeait dans la cuve à mercure, après avoir coupé la pointe bouchée, autant qu'il fallait pour rendre égales les deux surfaces du mercure. On comprend la difficulté d'obtenir de cette manière des résultats exacts. D'ailleurs, il ne faisait aucune attention à l'état d'humidité de l'air renfermé.

### 2°. *Application du procédé à l'analyse des gaz.*

L'analyse chimique des gaz se fait, comme on sait, communément par deux moyens, soit par absorption moyennant une substance introduite dans le mélange, soit par voie de combustion dans l'eudiomètre. Il est facile d'employer l'appareil décrit ci-dessus aux deux opérations.

S'il s'agit d'absorber un gaz, on introduit la substance absorbante dans l'intérieur du tube, de la manière décrite pour la dessication. A-t-on de l'acide carbonique à absorber, on introduit un fil métallique enduit d'une couche de potasse caustique fondue.

[1] Voyez *Jahrbücher des polytechn. Institut in Wien*, IV, 284, 290.

Pour des expériences eudiométriques par combustion, on transforme le tube mesureur en eudiomètre de Volta, en y faisant entrer à la partie supérieure deux fils de platine par lesquels passe l'étincelle électrique[1].

Comme dans de pareilles expériences il ne s'agit point de connaître le volume absolu des gaz, la formule peut être simplifiée en supprimant le facteur 760 du diviseur. On aura donc :

$$V = \frac{[q - q'(1+0{,}00018\,t)]\,(B+d-b-T)\,(1+0{,}00018\,t)}{1+0{,}003665\,t}$$

Voici les chiffres obtenus par une série d'expériences sur l'air atmosphérique :

| | | |
|---|---|---|
| 100 volumes fournirent | 21,004 | d'oxygène. |
| | 21,081 | » |
| | 20,932 | » |
| | 21,030 | » |
| | 20,960 | » |
| | 20,907 | » |
| En moyenne | 20,986 | d'oxygène. |

[1] Cette disposition de l'apapreil, qui se voit dans la *fig.* 2, ne gênant point les mesurages ordinaires, il convient de la donner dans tous les cas à l'instrument. Pendant la détonation il convient de plonger l'eudiomèt jusqu'au fond de la cuve, ce qui se fait en baissant la tige latérale *b* se mouvant dans une rainure du pied *c*, le robinet restant fermé. Sans cette précaution, il arrive facilement qu'une petite quantité d'air extérieur, étant aspiré fortement par la raréfaction du gaz qui suit la détonation, glisse le long de la monture de l'instrument et s'introduit dans l'intérieur du tube. Dans bien des cas on est obligé de répéter les expériences. A cet effet, il est utile d'avoir deux réservoirs à gaz, dont l'un contient celui à analyser, l'autre celui qui sert à la combustion, soit de l'hydrogène, soit de l'oxygène. On voit cette disposition dans le plan *fig.* 4. AA sont les deux réservoirs à gaz, B la cage contenant l'eudiomètre et le thermomètre.

L'hydrogène employé était préparé par la dissolution de zinc dans de l'acide sulfurique étendu et purifié en le faisant traverser une dissolution de potasse. On ne doit pas négliger d'en perdre beaucoup avant de le recueillir.

Le procédé décrit ci-dessus se rapproche, comme on voit, le plus de l'eudiomètre de Volta perfectionné par *Bunsen*. Il n'en diffère que par le principe de la pesée substitué à celui de la mesure directe. L'avantage qu'il me paraît présenter sur ce dernier est la suppression d'une division du tube, et par conséquent des erreurs provenant du mesurage. L'erreur que donne l'observation du niveau intérieur du mercure dans le tube eudiométrique de Bunsen, porte immédiatement sur le volume du gaz, tandis que, dans notre méthode, elle n'a d'influence que sur la valeur de $b$ ( voyez la formule ) et doit être, par conséquent, dans la plupart des cas beaucoup plus petite. Il est vrai que notre procédé exige une opération de plus, celle de la pesée. Mais c'est une bien petite chose.

Dans les derniers temps MM. Regnault et Reiset[1] ont proposé un procédé eudiométrique perfectionné qui entre dans la catégorie de ceux à mesurage. Le gaz amené toujours au même volume, donne par la hauteur d'une colonne, de mercure manométrique sur laquelle il agit, les variations de volume réel qu'il subit par les opérations de combustion et d'absorption auxquelles on l'expose. Je suis bien loin de contester le mérite de cette méthode ingénieuse. Cependant j'observe que l'emploi de cet appareil passablement compliqué exige

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XXVI.



une habitude spéciale ce qui, ajouté à la dépense de l'instrument, doit en rendre difficile l'usage dans les laboratoires ordinaires.

---

L'appareil décrit ci-dessus peut être modifié en substituant l'eau au mercure. Examinons en détail les changements opérés par cette modification.

L'on nous dira d'abord que l'exactitude de la pesée sera diminuée. En effet, il est évident que le poids spécifique de l'eau inférieur à celui du mercure ne permet qu'une pesée beaucoup moins rigoureuse. En employant de l'eau on aura un instrument dont un milligramme d'erreur sera équivalent à une erreur de 13,5 milligrammes dans un instrument à mercure du même volume. Mais puisque le vase décrit ci-dessus contient 170 grammes de mercure il me paraît qu'une erreur de 0,0135 grammes est encore très-supportable. D'un autre côté l'emploi de l'eau présente quelques grands avantages.

1° On n'a pas besoin d'humecter les gaz ;

2° L'appareil peut être plongé dans de l'eau d'une température déterminée et toujours la même, ce qui évite toutes les corrections de température et permet une détermination beaucoup plus expéditive et en même temps plus sûre.

3° Le mesurage de la colonne intérieure de liquide devient inutile, car il est facile de mettre les deux surfaces de l'eau sensiblement au même niveau avant de fermer le robinet. Les valeurs *b* et *d* sont donc supprimées dans la formule. Celle-ci se réduit, en opérant à 15°

pour des déterminations absolues, à 0° et à 760 millimètres à l'expression suivante :

$$V = \frac{q - q' \times 1,00072}{801,724}$$

$q'$ étant corrigé par le chiffre établi par Hallström pour la dilatation de l'eau de 0° à 15°[1] et le diviseur étant formé de $760 \times 1 + 0,003665 \times 15$.

Pour des déterminations relatives, comme par exemple dans les expériences eudiométriques, en supposant que la pression barométrique ne change pas sensiblement pendant l'opération, la formule se réduirait tout simplement à

$$V = q - q'$$

La seule modification à donner à l'instrument est de faire le robinet (en cuivre) plus grand, afin que son ouverture soit de 8 millimètres, ce qui permet d'introduire les gaz par le moyen ordinaire d'un entonnoir renversé. La cage contenant le thermomètre ainsi que l'échelle pour mesurer la colonne *b* sont supprimés.

Il est évident que cette modification suppose qu'on opère sur des gaz qui ne sont point sensiblement absorbés par l'eau. Ceci n'étant jamais le cas d'une manière rigoureuse elle n'aura qu'une application limitée. Pour l'analyse de l'air atmosphérique ou l'eudiométrie proprement dite elle donne des résultats assez exacts, et qui ne diffèrent au plus que de 1 à 2 millièmes. Son emploi paraît être très-utile pour la méthode hypsométrique décrite ci-dessus. Comme elle n'exige aucun transvasement du gaz rapporté de la station supérieure, toute l'opération se réduit à une manipulation fort simple.

[1] Le chiffre indiqué par Despretz serait 1,0008751.

Un petit flacon cylindrique à col étroit (fig. 5) dont la capacité a été déterminée rigoureusement en y pesant de l'eau à 15°, est plongé en même temps qu'un thermomètre dans un vase contenant de l'eau (voyez fig. 6). La température s'étant établie on ferme, moyennant une forte ficelle, le tube de caoutchouc dont l'embouchure du vase est munie en notant en même temps le thermomètre [1]. La détermination du gaz ainsi enfermé se fait au laboratoire en plongeant le vase dans de l'eau à 15°, ôtant le tube de caoutchouc sous l'eau et pesant quelque temps après l'eau qui sera entrée dans le vase.

Soit $q$ la capacité du vase en grammes d'eau. Cette quantité exprime en même temps son volume en centimètres cubes à 0° et à la pression B (de la station inférieure). Nous l'appelons V.

Le volume d'air rapporté de la station supérieure est, à la pression B et à la température $t$ (de la station inférieure), $q—q'$, $q'$ désignant la quantité d'eau qui entre dans le vase en l'ouvrant sous l'eau. Ce volume est à la pression $B$ et à 0° =

$$\frac{q-q'}{1+0{,}003665\,t}$$

Mais comme cette masse d'air a été renfermée à la station supérieure à la température $t'$, il est évident que là le vase aurait recueilli une plus grande quantité d'air, si la température avait été à 0° [2], savoir :

[1] Le tube de caoutchouc étant bien lié, l'expérience prouve que le gaz ne change pas de volume pendant des semaines. On pourrait également fermer l'ouverture par une petite pilule de mastic. Ce serait même plus commode et plus sûr. L'orifice du vase étant rodé avec du sable, le mastic y adhère facilement.

[2] Nous supposons ici que la température $t'$ de la station supé-



$\frac{(q-q')\,(1+0{,}003665\,t')}{1+0{,}003665\,t}$ nous l'appelons V'.

C'est ce volume qu'il s'agit de comparer au volume V pour connaître la pression B' (baromètre de la station supérieure).

Nous avons donc

$$B : B' = V : V'$$

et

$$B' = \frac{BV'}{V}$$

Pour s'assurer de cette méthode et pour en acquérir l'habitude, on procède sans faire des courses de montagne, de la manière suivante :

On met en communication avec le récipient d'une machine pneumatique, moyennant un tube de caoutchouc, un vase d'une capacité connue rempli d'air et plongé dans de l'eau dont on observe exactement la température. Celle-ci étant stationnaire on dilate l'air, et on note la colonne de mercure soulevée par la pompe. Son élévation déduite de la colonne barométrique donne la pression sous laquelle se trouve l'air du flacon. C'est la hauteur barométrique B' d'une station de montagne. On intercepte la communication du tube avec le récipient en liant le tube de caoutchouc[1] immédiatement au-dessus de l'ouverture, on détache le tube et on détermine le volume d'air qu'il renferme de la manière indiquée.

rieure soit au-dessus de 0°. La correction serait inverse si elle était au-dessous.

[1] L'on doit se servir de caoutchouc ordinaire. Les tubes de caoutchouc volcanisé que l'on trouve dans le commerce, ne sont pas propres à cet usage.

Le résultat doit s'accorder sensiblement avec la colonne B′ observée directement. Il suffira de quelques expériences pour obtenir une concordance satisfaisante.

Une précaution, indispensable tant pour ces expériences d'exercice que pour l'application réelle, est de ne pas négliger de sécher le tube à gaz avant d'y recueillir de l'air. Il ne suffit pas d'en faire sortir l'eau d'une expérience précédente en secouant le tube, car s'il n'en restait que 50 milligrammes attachés par adhésion à l'intérieur, ce qui est très-possible dans un tube de la capacité de 10 grammes, la valeur de V′, et par conséquent celle de B′ (voyez la formule) deviendrait trop grande. Pour une pression de 420 à 430 millimètres l'erreur pourrait s'élever de 3 à 4 millimètres. Pour saturer l'air de vapeur d'eau il suffit d'une gouttelette presque inappréciable que l'on fait entrer thermométriquement avant l'expérience.

Si l'on demande enfin quel est l'avantage que présente cette méthode sur l'emploi du baromètre ordinaire, cette question se réduit à celle-ci : Trouve-t-on plus commode et moins chanceux de porter un baromètre à la cime d'une montagne, de l'y établir et d'en faire l'observation, que de faire un nœud de ficelle pour fermer un flacon ou d'y appliquer un peu de mastic après en avoir pris la température, et de le peser chez soi à son aise, après l'avoir ouvert dans de l'eau à 15°? On peut être d'avis différent là-dessus, l'expérience décidera. Quant à l'exactitude j'ose croire que la méthode proposée ne sera pas en défaut.

La truffe noire, envisagée au point de vue de la manière dont elle végète, des procédés employés pour la récolter et des tentatives de culture qui en ont été faites a diverses époques; fragment de l'ouvrage intitulé: *Histoire et monographie des champignons hypogés*, de M. Louis-René Tulasne, en collaboration pour les planches avec M. Charles Tulasne; 1 vol. in-folio, accompagné de 21 planches. Paris, 1851.

---

L'ouvrage de M. Tulasne sur les champignons souterrains, du genre des truffes, est un des plus savants qui aient été publiés, sous le rapport de l'anatomie et des caractères botaniques de ces singuliers végétaux. Il ne faudrait pas juger du livre par le fragment que nous allons en donner, car c'est de beaucoup le moins scientifique, et le seul peut-être où l'auteur se soit attaché à raconter les observations des autres, plutôt qu'à faire lui-même des recherches d'une nature difficile. Les botanistes n'ignorent pas l'importance de l'ouvrage et sauront bien le consulter dans les rares bibliothèques où il se trouve [1], aussi n'est-ce pas précisément pour eux que nous transcrivons cet article, mais pour la généralité de nos lecteurs qui verront probablement avec plaisir un exposé dépourvu de charlatanisme, de tout ce qui concerne la vie, l'exploitation et les essais de culture de la truffe.

Pour que l'on comprenne bien, nous dirons dabord

[1] On en a tiré peu d'exemplaires; le prix est de 80 francs.

quelques mots de l'organisation des truffes, et nous signalerons en particulier la découverte importante faite par M. Tulasne sur le premier développement de ces végétaux qui avait été mal observé jusqu'à présent.

Le genre *Tuber*, truffe, appartient à la division des champignons appelée *Fungi hymenogastrei*, dont le principal caractère est que les corps reproducteurs ou semences (spores) se développent dans les replis d'une membrane située à l'intérieur du champignon. Les *Lycoperdon*, ces gros champignons sphériques, blancs, qui croissent dans les prés, sont un peu analogues, mais les truffes appartiennent à une subdivision appelée du mot tuber, *Tubéracées*, où les espèces vivent sous terre et ne répandent pas leurs spores sous forme de poussière, comme les *Lycoperdon*. On connaît déjà, dans le groupe des tubéracées, treize genres; celui de la truffe, *Tuber* est le plus important, car il renferme vingt et une espèces, dont quatre sont généralement employées. La truffe de l'Algérie, que les anciens estimaient beaucoup, appartient à un genre distinct, *Terfezia;* on le reconnaît, sans le secours du microscope, à la présence d'un support analogue à une racine. L'espèce principale *Terfezia Leonis* est grosse comme le poing, à l'extérieur jaunâtre comme une pomme de terre, à l'intérieur solide, et jaune avec sinuosités plus pâles. Les avis sont partagés sur sa valeur gastronomique.

Le genre *Tuber* renferme, entre autres espèces, la truffe blanche de Piémont (*Tuber magnatum*), et trois truffes extérieurement noires, que les botanistes ont de la peine à distinguer, et qui se confondent dans l'usage, quoique leur valeur soit très-diverse. La meilleure est le *T. melanosporum*, qui est commun en Italie, dans le



Poitou et en Provence, et qui existe aussi, mais rarement, aux environs de Paris et en Angleterre. La superficie présente des aspérités plus petites que dans le *T. brumale*, si souvent mélangé avec elle. Son tissu intérieur est, à maturité, d'un noir uniforme, tirant sur le rouge, sans sinuosités plus foncées, mais avec des veines minces, nombreuses, d'abord blanches, puis rougeâtres quand le champignon vieillit. L'espèce qui s'avance le plus vers le nord est le *T. æstivum*, commun en Allemagne, comme autour de Paris et dans le centre de la France. Ses verrues superficielles sont grosses, et sa chair d'abord blanchâtre, ensuite tirant sur le brun, n'a pas de sinuosités foncées, mais des veines minces, de côuleur pâle, qui se ramifient beaucoup et diminuent à la maturité. Le *T. brumale*, dont on extrait une grande quantité en Italie, en Provence et dans le Poitou, présente de faibles aspérités, une chair blanchâtre et tirant sur le brun, dans sa jeunesse, puis noirâtre; elle a rarement des sinuosités obscures, mais constamment des veines blanches, nettement détachées. Enfin le *T. mesentericum*, commun en Italie, a été retrouvé près de Paris : ses aspérités sont moyennes; sa chair, d'abord blanche, puis d'un brun grisâtre, offre des sinuosités foncées et des veines blanches très-contournées.

Les spores contenues dans la truffe ont environ 0,03 de millimètre de longueur (dans le *T. melasporum*, par exemple). Elles sont ovoïdes, couvertes d'aspérités qui ressemblent à celles d'une truffe toute formée. C'est par ce motif que Bulliard, Turpin et d'autres auteurs ont cru que les spores sont de petites truffes dont le développement consisterait seulement à grossir et à se débarrasser du tissu environnant. Les truffes étaient dans cette ma-

nière de voir des plantes en quelque sorte vivipares. C'était une anomalie dans la classe des champignons, et M. Tulasne a prouvé qu'il y avait erreur. En observant les truffes avant leur maturité, il a vu les jeunes plantes, alors de la grosseur d'une noix ou d'une noisette, enveloppées complétement d'un feutre blanchâtre, analogue aux filaments déliés (mycelium) d'où sortent tous les champignons ordinaires. Les filaments de ce feutre tiennent à la truffe. Il a vu aussi dans une autre espèce de tubéracée, les spores donner naissance aux filaments. Ainsi, quoique la germination de la truffe ordinaire n'ait pas été suivie dans toutes ses phases, on ne peut douter, par analogie, qu'elle ne se reproduise à la manière des autres champignons, c'est-à-dire, que les spores répandues dans le terrain, quand la truffe est pourrie, ne donnent naissance à des filets très-déliés et ramifiés, sur lesquels naissent ensuite les truffes. C'est exactement comme pour les agarics, les bolets et tous les champignons connus. Si donc on n'est pas parvenu à cultiver les truffes, ce n'est pas qu'on ignore leur mode de reproduction, mais tout en connaissant leurs graines, on ne sait pas les placer dans les conditions qui amènent la germination.

Maintenant nous citerons le texte de M. Tulasne.

Quatre espèces de truffes, les *Tuber brumale, melanosporum, æstivum et mesentericum* sont à peu près les seules qui, en France, soient recherchées, et qui soient l'objet d'un commerce important ; le Piémont et la Lombardie possèdent en outre les *T. oligosporum et T. macrosporum* qui peuvent aussi servir d'aliment, mais on y prise particulièrement la truffe blanche proprement dite, ou le *T. magnatum ;* en Algérie, c'est *le Terfex* (*Ter-*

*fezia leonis*) qui paraît remplacer seul toutes les truffes comestibles de l'Europe occidentale. La tâche que nous avons entreprise nous oblige à faire connaître ici les renseignements que nous avons recueillis nous-mêmes, et ceux qui nous ont été communiqués, ou se trouvent consignés en divers livres, relativement à la végétation des truffes noires, aux moyens employés pour se les procurer, au négoce dont elles sont l'objet, et enfin, aux essais tentés pour les soumettre à la culture. Nous négligerons ce qu'on pourrait appeler leur histoire littéraire [1] et médicale, ne nous étant proposé pour objet que l'étude de leur histoire naturelle.

Les truffes noires comestibles (*Rabaços* des Provençaux, *Tartufi* des Italiens) sont des champignons *gregaires* (réunis ensemble) ; on les trouve chaque année dans les mêmes lieux qui sont appelés pour ce motif *Truffières*, *Rabassières*, *Trifolaje*. Ces truffières se rencontrent exclusivement dans les sols calcaires, ou calcaires et argileux ; du moins toutes celles du Poitou, de la Touraine, du Vivarais, du Comtat-Venaissin et de la Provence, qui sont situées dans les environs de Brives (Cor-

[1] Nous ne pouvons cependant nous dispenser de citer à cette occasion, ne serait-ce qu'à titre de renseignements, deux poëmes inspirés par les truffes. L'un est du docteur padouan Alph. Ciccarelli, qui vivait au seizième siècle, et que ses impostures et falsifications ont conduit au supplice (*De Tuberibus opusc.*, in-12. *L. Bosetten*, Patavii, 1564). M. Stan. Amoreux en a publié un commentaire sous le titre de *Remarques sur Ciccarelli* (*Bouché-Dumencq*). L'autre poëme sur les truffes est de Jean-Bernard Vigo, qui fut professeur de rhétorique à Turin (*Tubera terræ carmen,* in-4°, Taurini, ex typogr. reg. 1776; à la suite se trouve une traduction en vers italiens par l'auteur lui-même (*I Tartufi, poemetto di G.-B. Vigo,* trad. del latino).

rèze) et de Cahors (Lot). M. Delastre a fait connaître, il y a plusieurs années, la nature du terrain aride qui, près de Loudun (Vienne), est si favorable à la végétation des truffes, et y reçoit le nom de *Galluche*; il est formé de quelques pouces d'une terre argilo-ferrugineuse, à peu près stérile, et contient toujours en grande quantité des fragments roulés de calcaire compacte et des sables fins mélangés, calcaires et quartzeux. Il recouvre un banc puissant de calcaire argilo-marneux à pâte compacte et sonore, qui se fendille naturellement en feuillets délités de peu d'épaisseur. Ce calcaire a quelques rapports avec celui que l'on exploite pour la lithographie. Un sol aussi maigre contient, sur mille parties, environ cinq cents de calcaire, trois cent vingt-cinq d'argile et de fer, cent cinquante de sable quartzeux et vingt-cinq tout au plus de terre végétale proprement dite.

Le coteau de Beauté et la terrasse de Charenton, qui, dans l'enceinte du parc de Vincennes, près Paris, produisaient des truffes assez abondamment il y a peu d'années, sont aussi formés par un sol calcaire; et près de la porte de Nogent, ce sol renferme beaucoup de décombres, de platras, provenant de l'ancien château de Beauté, dont on voit encore debout quelques ruines.

L'inclinaison du sol où se trouvent les truffières doit importer à leur fertilité en raison du degré d'humidité qu'elle leur conserve, mais il serait difficile d'évaluer dans quelle mesure; les truffières des environs d'Apt, celles de Saint-Saturnin et de Rians (Provence) sont toutes situées sur des pentes montueuses plus ou moins inclinées, et cependant elles ne le cèdent point en fécondité à celles qui, près d'Avignon, se trouvent dans la plaine; les truffières de Civray, Loudun et Richelieu occupent



aussi dans le Poitou de vastes plaines, tandis que la même province en offre un grand nombre d'autres sur des collines souvent très-roides (à Angle, Ingrande, etc.), dont les produits sont aussi très-abondants.

Une circonstance qui a sur la végétation des truffes encore plus d'influence que la nature du sol, c'est la présence des arbres dans la truffière. Cette nécessité, reconnue indispensable, a été diversement expliquée. Les uns ont attribué aux arbres une influence directe, et supposé qu'il existait entre leurs racines et les truffes accrues près d'elles un tel rapport, que ces dernières devaient être regardées comme les parasites de ces racines; d'autres n'ont voulu voir dans le fait dont il s'agit, que le besoin qu'auraient les truffes, pour se développer, d'un sol ombragé et fécondé en outre par les feuilles et les fruits qui tombent annuellement des arbres, ou par le produit de la décomposition de leurs ramilles et radicelles. Nous avons souvent rencontré des chercheurs de truffes qui partageaient la première opinion; cependant, quelque soin que nous ayons mis à déterrer les truffes dans le voisinage des arbres, il nous a toujours été impossible de découvrir entre elles et les racines de ces arbres la moindre adhérence, le moindre rapport de continuité. La seconde manière de voir est donc bien plus plausible. En l'acceptant, nous ferons remarquer que les truffes ne sont point dans le même cas qu'un très-grand nombre de champignons qui ne sauraient croître ailleurs que sous l'ombre et sur les détritus d'une seule sorte d'arbres, des pins, par exemple, tels sont les Agaricus gomphus, deliciosus, arenarius, Hydnum auriscalpium, etc. etc.; qu'elles s'accommodent au contraire de l'influence de plusieurs espèces, quoiqu'elles paraissent

certainement en préférer quelques-unes. Entre toutes, les chênes et les charmes sont surtout favorables à leur développement; mais elles végètent aussi à l'ombre des noisetiers, du bouleau, du châtaignier, du marronnier, du buis, du lilas; M. Requien nous a même montré des Tuber melanosporum, qu'on lui avait dit être nés près du Pinus halepensis, ce qui est très-digne de remarque, si tant est que le fait soit exact, car nous sommes disposés à le mettre en doute en considérant combien est petit le nombre des champignons qui croissent indifféremment sous les pins et à l'ombre d'autres arbres. M. Etienne Bonnet, d'Apt, auquel nous devons d'intéressants détails sur les truffes, affirme que ces champignons ne se rencontrent jamais dans les lieux exclusivement plantés de pins, et que s'il s'en trouve quelquefois près de ces arbres, dans les bois composés de pins et de chênes (comme il en existe un si grand nombre en Provence), c'est à ceux-ci qu'il convient plutôt d'attribuer leur présence.

Les chercheurs de truffes (truffiers, trufleurs en Poitou, rabassaïres ou rabassiers en Provence) s'exagèrent sans doute la nécessité de l'ombre pour la truffière, quand ils assurent que le retranchement de telle branche qui s'avance au-dessus d'elle, pourra amener sa stérilité, car nous avons vu plusieurs fois recueillir des truffes en abondance sur des collines presque dépouillées d'arbres (à Rians, Cruas, etc.) ou même dans des terres labourables, distantes de plusieurs mètres de chênes qui ombrageaient exclusivement la truffière voisine; en sorte que l'influence qu'exercent les arbres par leurs racines semblerait plus efficace que celle de leur ombre. Quoi qu'il en soit, il est bien positif que l'élagage inconsidéré de tous les arbres de la truffière compromettrait singuliè-

rement sa fécondité, par cela seul peut-être qu'elle ne serait plus suffisamment protégée contre les ardeurs du soleil; à plus forte raison l'abattage de ces arbres aurait pour résultat certain, sinon l'entière destruction de la truffière, du moins une interruption de la fertilité, dont la durée serait déterminée par celle de l'absence des arbres. Les truffes, dans ce cas, subissent le sort de nombreuses plantes phanérogames, et de cette multitude de champignons qui, ne vivant que dans les bois ombragés, disparaissent plus ou moins complétement, lorsque ces bois viennent à être coupés, pour se montrer encore quand de nouveaux arbres ont remplacé les premiers.

Nous ne saurions dire si les truffiers sont mieux fondés à mettre l'influence de tel chêne au-dessus de tel autre; car, dans ce cas, ils peuvent fort bien attribuer à l'arbre une fertilité que la truffière doit à une autre cause, comme par exemple à la nature et à l'exposition du sol. Il est également difficile de se rendre compte, ou de découvrir, le véritable motif de la stérilité apparente ou extérieure de la truffière, de l'absence si fréquente d'herbes quelconques à sa superficie. On prétend que les truffières qui n'ont point encore été exploitées se décèlent par cette nudité, et même par la dessication hâtive ou maladive des plantes qui auraient cru sur le lieu qu'elles occupent; de sorte que les truffes se trahiraient à la manière des *Rhizoctonia* [1], en faisant périr tous les végétaux plantés dans leur voisinage.

Nous ignorons ce qu'il y a de vrai dans cette opinion, car nous n'avons jamais vu de truffière qui n'eût été

[1] Champignons qui s'attaquent aux racines de quelques plantes, comme le safran, la luzerne, etc. (N. du réd.)



fouillée déjà un grand nombre de fois. Celles-là, il est vrai, sont une terre nue et dépouillée de verdure, mais on peut attribuer cette circonstance aux bouleversements réitérés et profonds que chaque année on leur fait subir. Si les truffes nuisaient réellement à la végétation des plantes phanérogames, on l'aurait, ce me semble, remarqué et signalé dans les terres cultivées en froment sur la lisière des bois de chênes, terres où l'on trouve très-fréquemment ces champignons souterrains. On ne saurait, d'ailleurs, tirer un argument en faveur de la réalité de cette action nuisible, de ce que les truffières, au fur et à mesure qu'elles s'épuisent, se recouvrent d'herbes de plus en plus abondantes; le vrai motif en est, sans doute, qu'elles sont de moins en moins fouillées par ceux qui les exploitent. Enfin, ce qui prouve beaucoup contre la prétendue assimilation des truffes au *Rhizoctonia*, c'est que les truffes du bois de Vincennes naissent sous des gazons ou des tapis de mousses, à la végétation desquels elles ne paraissent aucunement préjudicier, et que là seulement où on les a recherchées assidûment depuis plusieurs années, les graminées vivaces font plus ou moins défaut, et sont remplacées par quelques plantes annuelles. On conçoit facilement que les *Rhizoctonia*, en enveloppant les racines de leurs innombrables filaments, s'opposent promptement à ce qu'elles remplissent leurs fonctions d'alimentation, et que la vie des végétaux ainsi attaqués soit empêchée ; mais l'action nuisible des truffes, si elle existait, ne serait explicable qu'en accordant à leur *mycelium* une puissance de développement qu'il ne semble point avoir ; car qui voudrait se contenter de croire, avec Bradley, que les truffes attirent à elles toutes les substances nutritives contenues dans le sol, ou qu'elles

chassent les autres plantes par leurs odeurs. (Obs. sur le jardin. tome III, p. 277, de l'édit. franç.)

Un fait plus certain, et qui n'a point été signalé jusqu'ici, du moins que nous sachions, c'est que la plupart des espaces où les truffes se développent sont circulaires, et tout porte à croire que leur végétation ressemble, plus que l'on ne croit, à celles des agarics, des hydnes et autres champignons hyménomycètes, qui dessinent des cercles appelés ronds des fées. Les bois, truffières des Agnels et de Claparède, près Apt, nous ont surtout offerts de nombreux exemples de cette végétation centrifuge, qui est chaque année rendue frappante par les profonds sillons circulaires que le chercheur de truffes, ou le porc qu'il conduit, creuse dans le gisement du champignon. Le centre de l'aire demeurant stérile, et la zone d'accroissement de la truffe s'en éloignant sans cesse, il arrive, comme pour les agarics et les hydnes, que cette zone perd incessamment de sa courbure, et se rapproche peu à peu d'une ligne droite : les truffes alors semblent éparses dans la truffière.

Il est vraisemblable que les truffes sont dans le même cas que d'autres champignons, auxquels il suffit de toucher ou de causer un léger dérangement, pour nuire ou même s'opposer tout à fait à leur accroissement ultérieur ; telle est du moins l'opinion des *trufleurs*, qui se gardent de laisser dans le sol des petites truffes qu'ils ont déplacées, car ils n'espèrent pas qu'elles puissent, après ce déplacement, acquérir un plus gros volume ; ces champignons ne se prêteraient donc point à la transplantation. Toutefois, si on ne peut, sans inconvénient, changer de place les jeunes truffes, la fertilité de la truffière ne souffre aucunement des mouvements qu'on

fait subir à son sol lorsque ces champignons sont arrivés à leur maturité ; ceux que cette sorte de labour ne fait point découvrir suffisent, à ce qu'il paraît, pour la reproduction de la plante, et leurs spores ou germes se développent même, dit-on, d'autant mieux que la terre a été plus remuée en automne ou en hiver. Aussi ne faudrait-il pas croire que les truffes ne peuvent naître que dans des lieux incultes et respectés par la charrue, puisque, d'une part, les fouissements périodiques des truffières équivalent certainement à un labourage plus régulier; et que, de l'autre, ces champignons, ainsi que nous l'avons déjà dit, et que Munier l'a constaté lui-même (op., cit., II, 521), se rencontrent souvent dans les champs cultivés au bord des chênaies ; c'est même surtout dans les lieux cultivés, à l'ombre des peupliers, que croît de préférence, en Piémont, la truffe blanche.

Il n'y a pas, au surplus, que les truffes dont les spores ou le mycelium ne redoutent rien des déplacements occasionnés par les labours : le Geaster floriformis Vitt., qui croît depuis plusieurs années dans une des serres chaudes du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, a, jusqu'ici, résisté aux efforts qu'on a faits pour le détruire en bouleversant la terre de la plate-bande dans laquelle son mycelium pousse incessamment de nouveaux rameaux, et multiplie ses fruits.

On trouve des truffes noires comestibles en quelque saison de l'année que ce soit, mais à la fin de l'hiver, ainsi que pendant le printemps et l'été on semble ne rencontrer que des Tuber æstivum et T. mesentericum. La plupart de ces truffes, celles surtout qu'on récolte dans les premiers mois de l'année, sont fort difficiles à déterminer quant à l'espèce, attendu leur défaut de maturité;

elles portent collectivement en Provence le nom de Maïenques, truffes de mai, truffes blanches ; et leur caractère commun est d'offrir une chair où les veines blanches aérifères occupent beaucoup de place, et où la pulpe qui devra renfermer les spores, n'en contenant encore aucun, n'est que peu ou point colorée.

Un grand nombre de ces jeunes champignons appartient certainement aux Tuber mesenterium et T. æstivum, quoique ces espèces se rencontrent aussi abondamment en automne. Nous avons vu, dans l'herbier de M. Requien, des Tuber mesentericum non parvenus à leur maturité, qui avaient été apportés au marché d'Avignon en avril 1836, et nous nous sommes assurés que les truffes qui, dans le Poitou, sont dites truffes de la Saint-Jean, parce qu'on les recueille vers l'époque de cette fête, doivent aussi être rapportées aux T. æstivum et T. mesentericum. Quelques-unes d'entre elles étant alors parvenues à leur maturité, on peut les déterminer avec certitude. Ces mêmes T. æstivum et T. mesentericum, parfaitement mûrs, se vendent abondamment à Carpentras, au mois d'août, ainsi que l'herbier de M. Requien en fait foi ; cependant il est extrêmement probable que ce ne sont pas les seuls qui soient recueillis mûrs pendant l'été ou au commencement de l'automne, et que les truffes maïenques si elles étaient attentivement étudiées, offriraient une plus grande variété d'espèces. Quant aux T. brumale et T. melanosporum, ils ne mûrissent certainement qu'à la fin de l'automne ou en hiver, et nous ne les avons jamais vus mêlés aux truffes récoltées en été.

Nous voudrions pouvoir conclure, de ces diverses observations, quel laps de temps il faut à une truffe pour

croître et mûrir; mais elles sont trop incomplètes pour nous fournir une réponse certaine à cette question. Beaucoup d'auteurs ont écrit, et la plupart des chercheurs de truffes supposent que les truffes emploient toute une année pour atteindre leur entier développement; il faudrait croire, d'après cette opinion, que la destruction du T. melanosporum mûr en décembre ou janvier, par exemple, est immédiatement suivie de l'apparition de nouveaux individus qui ne cesseraient de croître jusqu'à pareille époque de l'année suivante. S'il en est ainsi, on doit encore supposer que ces jeunes individus demeurent au moins jusqu'à l'automne avec un si petit volume qu'ils échappent aux recherches ordinaires, puisqu'il paraît assez probable que pendant le printemps et l'été, on ne rencontre aucun *T. melanosporum*. Une autre opinion, généralement répandue, veut que les pluies du mois d'août aient une influence capitale sur la végétation des truffes, et que de leur abondance dépende la fertilité des truffières, de sorte qu'on serait conduit à penser que ce sera à partir de ce mois seulement que les truffes d'hiver, encore sans doute à l'état rudimentaire, commencent à se développer, et, comme elles sont toutes parfaitement mûres en décembre, il s'ensuivrait que trois ou quatre mois leur suffiraient pour achever leur accroissement. Le *T. mesentericum* ne réclame certainement pas plus de temps, car nous avons trouvé à Vincennes, au commencement d'octobre, des individus gros comme des grains de millet, qui cependant devaient, avant la fin de décembre, acquérir tout leur volume, puisque, vers cette époque, on ne rencontre cette truffe que dans un état complet de maturité. Les *truffleurs* du Poitou s'accordent aussi à dire

que la truffe de la Saint-Jean commence à croître vers le mois d'avril, ce qui supposerait de même qu'elle emploie trois ou quatre mois à prendre son volume normal (M. Leblanc, *in lit.*).

Les truffières, comme on sait, ne réclament ni culture, ni soins particuliers. Les fumer serait, assure-t-on, s'exposer à les détruire, et c'est, en effet, le moyen qui a été proposé pour arriver à ce but. Nous doutons qu'il faille le croire efficace, lorsqu'on rencontre si souvent des truffes dans les lieux cultivés, les champs semés en froment, sur lesquels des engrais sont répandus chaque année. Les truffes ont été, jusqu'ici, un produit spontané, un don gratuit du sol, et celui qui le possède ou l'exploite se borne à faire des vœux pour que l'été et le mois d'août surtout, soient à la fois chauds et humides; car c'est là seulement qu'il place l'espérance d'une abondante récolte. Il est des cultivateurs qui croient, en outre, à l'influence des orages sur la végétation des truffes, et qui gardent ainsi fidèlement la tradition d'une croyance qui fut universelle dans l'antiquité, et dont on trouve de nombreux témoignages dans les livres des poëtes et des naturalistes.

Les cultivateurs soigneux, qui veulent se ménager une récolte de bonnes truffes pendant l'hiver, se gardent de fouiller profondément leurs truffières pendant le printemps ou l'été, de peur de nuire à leur végétation, ou plutôt vraisemblablement à celle de leur *mycelium* qui croît pendant une très-grande partie de l'année, si tant est qu'il ne soit point vivace, comme celui de beaucoup d'autres champignons. Ils se bornent à une recherche presque superficielle, qui leur procure surtout des *T. æstivum* et *T. mesentericum*, champignons d'autant moins

estimés, qu'un grand nombre se trouvent ainsi arrachés de terre avant leur maturité, c'est-à-dire avant qu'ils aient acquis quelque saveur. Aussi, ces truffes printanières ou de mai, *maïenques*, qu'on récolte en juin et en juillet, ne sont-elles pas, à beaucoup près, l'objet d'un commerce aussi important que les truffes d'hiver. La méthode généralement employée en Provence, pour leur préparation, consiste à les laver, puis à les couper en tranches minces, qu'on fait sécher, et qu'on livre ensuite au commerce. La ville d'Apt prépare annuellement, de la sorte, environ deux cents kilogrammes de ces truffes *maïenques*.

La non-maturité des truffes *maïenques* les privant d'odeur, on ne peut employer aussi utilement à leur recherche les porcs ou les chiens; de sorte qu'on ne découvre sans peine que celles qui, peu enfoncées dans le sol, en soulèvent la superficie et y causent quelques petites crevasses (*escartos* en provençal). Les truffiers ou truffleurs poitevins disent alors qu'ils cherchent la *truffe à la marque*, et l'expérience nous a appris que l'œil acquiert très-vite l'habitude de discerner les faibles indices qui trahissent le champignon souterrain; les Vauclusiens nomment ce genre de chasse aux truffes, la recherche à la *broca* (ou *broqua*). Nulle part nous n'avons constaté que le sol qui recélait ainsi des truffes rendait un bruit sourd, s'il était frappé, ni que les chasseurs eussent jamais la coutume d'interroger la truffière de cette façon.

On peut également chercher *à la marque* les truffes qu'on récolte en automne et pendant l'hiver; mais ce sont principalement des *T. æstivum* et *T. mesentericum* que cette méthode procure, parce que ces espèces vivent



plus près de la surface du sol que les *T. brumale* et les *T. melanosporum*. Celles-ci, qui sont la richesse des truffières, ne mûrissent guère avant la fin d'octobre; aussi attend-on ordinairement cette époque pour se livrer à leur recherche. Les Poitevins et les Provençaux se servent exclusivement du cochon pour découvrir la truffe; les Bourguignons et les Allemands emploient le chien, de même que les Piémontais. Le premier évite à son maître de fouiller le sol : son groin puissant parvient toujours à mettre à découvert la truffe qu'il a sentie, si petite et si profondément cachée qu'elle soit, mais il faut très-souvent l'arracher à sa voracité, qu'on indemnise par quelques grains de maïs, des fragments de pommes de terre ou quelques pois chiches. Le chien n'a pas l'odorat moins fin que le porc, quand il a été dressé à la recherche de la truffe, mais il n'est pas plus désintéressé, et son zèle doit être entretenu tant par des caresses que par des miettes de pain et de fromage, qu'un jeûne préalable doit lui faire trouver meilleures. Il ne se livre à l'exercice qu'on lui impose que pour plaire ou obéir à son maître, et il laisse à celui-ci le soin de creuser la terre là où il lui indique, en grattant légèrement, la présence de l'objet cherché; cependant, si le sol est labouré et très-meuble, le chien creuse lui-même, et ne se repose pas qu'il n'ait saisi la truffe. Les *barboni* milanais sont tellement bien dressés, qu'ils chassent et fouillent au profit de leur maître sans être suivis de près, et ils ne manquent point de rapporter en hâte ce qu'ils ont trouvé, impatients et sûrs d'en recevoir la récompense; en variant celle-ci avec un peu d'art, on parvient à leur faire recueillir telle espèce de truffe ou de champignon souterrain plutôt que telle autre, et M. Vittadini nous

a dit avoir tiré grand parti de cet artifice, quand il se livrait à l'étude des tubéracées.

Les *barboni* italiens sont des chiens qu'on nomme *caniches* ou *barbets* à Paris ; ils ne sont pas seuls susceptibles d'être dressés à la recherche des truffes ; en Bourgogne on emploie souvent le *chien de berger*, et en Angleterre, suivant Bradley, les *braques* et les *épagneuls*. M. Rose prétend que huit jours suffisent à l'éducation de l'animal, s'il est jeune. (Voyez *Nouv. dict. d'hist. nat.*, t. XXXIV, p. 558. Déterville, 1819.) Les Milanais viennent facilement à bout de dresser les chiens *barboni* en les exerçant à trouver, en quelque lieu qu'on la cache, une truffe qu'on leur a fait flairer, et qu'on renferme ordinairement dans une petite boîte de bois sphérique et percée de trous ; il faut éviter, dans le cours de cette éducation, de frapper l'animal, et encourager sa docilité en flattant son palais ; le priver d'aliments et les lui rendre à propos sont les moyens les plus efficaces de rendre son instinct intelligent dans le sens qu'on désire.

Nous ignorons si Richard Bradley est bien informé, ou fort de sa propre expérience, en décrivant le procédé qu'il conseille d'employer pour dresser le chien à la recherche des truffes. On doit, suivant lui, conduire le docile animal le matin dans la truffière, quand les truffes sont mûres. On lui présente alors une truffe pelée à manger, puis quelque autre chose, en feignant de retirer de terre tout ce qu'on lui donne ; par ce moyen on l'invite à flairer le sol et à y chercher la truffe, mais il se résout avec peine à satisfaire le désir du maître, si, comme le dit Bradley, il ne faut pas sacrifier moins de deux à trois livres de truffes pour lui inspirer le goût

de la chasse à laquelle on l'instruit. Cette éducation achevée, Bradley ajoute que l'on tiendra le chien à l'attache, pour éviter les dégâts qu'il ne manquerait pas de causer dans les truffières, en y fouillant pour son propre compte.

L'auteur des *Nouvelles observations sur le jardinage* supposait au chien un appétit que nous croyons n'appartenir qu'au porc. Le goût de celui-ci pour la truffe n'a pas besoin d'éducation pour naître, mais il doit être maîtrisé et dirigé. Sollicité par l'odeur de la truffe, le porc fouille aussitôt le sol qui la recouvre, et la dévore si son conducteur ne le repousse brusquement du genou ou ne lui glisse dans l'angle de la gueule l'extrémité d'un bâton qui lui fait lâcher prise ; quelques glands indemnisent suffisamment l'animal, qui continue à chercher, et devine très-promptement ce qu'on attend de lui, puisque peu de jours suffisent à l'instruire. Mais il faut presque toujours au truffier une extrême attention, un œil fort exercé, pour ne pas être souvent victime de la gloutonnerie du porc, lors même que celui-ci est bien dressé. On prétend que quelques-uns le deviennent assez pour saisir la truffe et la mettre à terre sous les yeux du maître ou la déposer entre ses mains ; mais nous n'avons pas été témoin de tant de docilité. Les porcs les plus intelligents que nous ayons vus à l'œuvre se contentaient de demeurer immobiles, le nez sur la truffe, souvent très-peu reconnaissable, qu'ils avaient découverte, et semblait attendre qu'on la leur enlevât ; mais le moindre retard de la part du truffleur lui était préjudiciable ou l'obligeait à user de son bâton, s'il en était encore temps. Du reste, aucun grognement particulier de la part du porc n'indique qu'il a rencontré le cham-

pignon; seulement il exécute un mouvement imperceptible en arrière, qui commande sur-le-champ l'attention du conducteur. Nulle part nous n'avons vu qu'on liât les mâchoires de l'animal pour mettre obstacle à sa voracité, comme le racontent J.-B. Bruyerin (*De re cibaria*, p. 544, 1re édit.), et M. Hœfer (*Dict. de botanique prat.*, Truffe, p. 692. — 1850).

Les jeunes porcs de quatre à cinq mois peuvent déjà être utilement employés, et s'ils sont conduits sur la truffière, en compagnie d'une bête bien dressée, ils ne tardent pas à fouiller d'une manière profitable pour leur maître. Celui-ci ne manque jamais de proportionner la récompense au volume de la truffe mise à découvert; il ne donne même rien au porc, quant au lieu d'une truffe comestible il n'a déterré qu'un champignon sans valeur, comme un *Balsamia*, un *Genea* ou un *Tuber rufum;* mais cette mesure n'est pas toujours comprise de l'animal, qui fatigue ainsi sans profit l'attention du villageois. Le porc sert à la recherche des truffes jusqu'à l'âge de douze à quinze ans; ceux qui sont bien dressés peuvent, dans la haute Provence, valoir jusqu'à 200 francs. On préfère les femelles aux mâles, parce que pendant l'été elle servent à la reproduction. Quelques-uns prétendent que leur instinct pour la chasse des truffes, développé par un long exercice, se transmet à leur progéniture; et M. Bouché-Dumencq cite à l'appui de cette opinion celle de Platina, qui, au quinzième siècle, écrivait « que rien n'égalait l'instinct des truies de Notza pour découvrir les truffes cachées dans la terre. » (Voyez son liv. *de Honesta voluptate*, mentionné par Haller, *Biblioth. bot.* I, 235.)

Nous ne devons pas oublier de mentionner une cir-

constance qui, si l'on en croit les villageois et plusieurs auteurs dignes de foi, ne laisserait pas d'aider à la découverte des truffes. Nous voulons parler des mouches ou autres insectes qui recherchent les champignons pour y déposer leurs œufs, et dont la présence, dans un lieu donné, est un indice assez assuré que les fouilles n'y seraient pas stériles. Rien de plus certain que les truffes, comme presque tous les champignons charnus, servent de pâture ordinaire à une foule d'insectes. Garidel, au commencement du siècle dernier, parle des moucherons qui, dans les jours sereins, tourbillonnent au-dessus des gisements de la truffe d'été que leurs larves dévorent (*Hist. des pl. d'Aix*, page 475). M. Bosc affirme avoir souvent vu, dans les truffières de la Bourgogne, entre Langres et Dijon, des essaims de tipules noirâtres voltiger le matin, lorsque brillait le soleil, au-dessus du sol que les truffes habitaient. Nous avons constaté nous-mêmes que les *Tuber aestivum* et *T. mesentericum* du bois de Vincennes, nourrissent à la fin de l'automne les larves d'une mouche de couleur jaune, d'un lépidoptère du genre des teignes et de plusieurs petits coléoptères. Dans les truffières de Rians (Var), au commencement de décembre 1847, l'*Helomyza pallida* Meigen, l'une des *mouscos* des *rabassiers* provençaux, voltigeait çà et là solitaire, et semblait bien se poser sur les gisements des truffes plus volontiers qu'ailleurs; réchauffé qu'il était par les rayons d'un soleil brillant, ce diptère était très-agile : cependant, nous réussîmes à en saisir plusieurs individus ; il exalait une odeur extrêmement pénétrante, analogue à celle du *Satyrium hircinum*, et ils la conservèrent longtemps après leur mort.

M. Etienne Bonnet, d'Apt, s'est également assuré que



les truffières des environs de cette ville sont habitées, vers la fin de l'hiver, par un coléoptère qui a reçu le nom d'*Anisostoma ferruginèa*, et par une sorte de mouche dont M. Requien nous a remis plusieurs individus, et que M. Lucas a reconnu être l'*Helomyza ustula* Meig. M. Vincent Amoreux, frère du commentateur de Cicarelli, a observé, parmi les insectes qui vivent aux dépens des truffes, un *Tenebrio*. Dans la liste des insectes fongivores, communiquée par M. Cordier au docteur Léveillé, sont indiqués comme fréquents dans les truffes, les *Gibbius Scotias* Lat., *Leiodes cinnamomea* Lat., *Sapromyza blepharipteroides* Duf., et les *Helomyza Tuberum*, *lineata* et *penicillata* Duf. M. Henslow a également vu une sorte de *Leiodes* dévorer les truffes comestibles qu'on récolte en Angleterre (Berk. *in* Hook. *Engl. fl.*, t. V. part. II, p. 228).

Quoiqu'on ne puisse guère douter du secours réel que les insectes hydnophages pourraient prêter aux *rabassiers*, surtout, sans doute, aux époques de l'année correspondant à celle de la décomposition ou de la parfaite maturité des truffes, il est néanmoins certain qu'ils n'en n'usent pas habituellement, soit parce que beaucoup d'entre eux ne savent pas observer, soit plutôt parce que l'instinct du porc et du chien les dispensent tout à fait d'y recourir. Aussi plusieurs auteurs ont-ils mis en doute ce qu'on raconte des mouches indicatrices des truffières. M. Vittadini, dont l'opinion a tant d'autorité en cette matière, dit que les insectes des truffes ne diffèrent pas de ceux qui vivent dans les autres champignons ; ils nient qu'ils aient l'habitude de se réunir en essaims audessus des truffières, et il affirme que les Milanais ne cherchent point les truffes sur leur indice ; les figures

d'insectes publiées par le comte de Borch, lui semblent tout à fait imaginaires (voy. *Monog. Tub.*, p. 87, not. 35).

La récolte des truffes d'hiver qui, comme nous l'avons dit, commence avec le mois de novembre se prolonge jusqu'en février. Une ou deux fois par semaine, le *rabassier* se rend dans les truffières qu'il exploite, et y déterre les truffes au fur et à mesure de leur maturité ; puis, il porte aussi fréquemment qu'il peut, et généralement chaque semaine, au marché le plus voisin, le produit de ses recherches, afin d'éviter que les truffes retirées de terre, ne perdent de leur volume en séchant, ou ne se couvrent de moisissures.

Nous voudrions pouvoir donner quelques renseignements précis sur l'importance du négoce dont les truffes sont l'objet en France ; ces renseignements nous manquent tout à fait[1], si ce n'est en ce qui regarde

[1] Nous ne sommes pas mieux instruits en ce qui touche l'époque à laquelle remontent les premières recherches des truffes dans les provinces françaises où elles se trouvent aujourd'hui. Le seul fait qui soit hors de doute, c'est que, dans nos départements de l'ouest, ces recherches sont infiniment plus générales et plus actives qu'il y a soixante ans, et qu'elles ont amené la découverte des truffes sur une foule de points où elles n'étaient pas soupçonnées. Ainsi, en 1779, suivant Munier qui écrivait à cette époque, le Poitou et la Saintonge, aujourd'hui si fertiles en truffes, en produisaient encore très-peu (Voyez *Essai d'une méth.*, etc., p. 519). D'autre part, la chasse a presque entièrement cessé d'être faite à ces champignons dans l'Ile de France où elle avait lieu autrefois sur divers points avec succès. La preuve de ce dernier fait a été fournie par Gaillard, qui a donné, dans ses *Mém. sur différ. parties des sc. et arts* (tome I, 1768, p. xcij), la copie du bail fait en août 1674, devant le notaire Sillocque par Ant. Girard, comte de Villetaneuse, à Jean Gardin, marchand fruitier à Paris, du droit de rechercher les truffes dans le parc de Villetaneuse, situé près de Saint-Denis.



la haute Provence. Des notes que nous a communiquées M. Requien, et qui, à notre prière, lui avait été obligeamment envoyées de Carpentras par M. Fabre, et d'Apt par M. Etienne Bonnet, constatent que sur le marché de cette dernière ville, on apporte chaque semaine, au temps le plus favorable de la récolte, environ mille six cents kilogrammes de truffes, et qu'on peut évaluer en moyenne à quinze mille kilogrammes la quantité totale de celles qui y sont vendues pendant la saison d'hiver. Suivant M. Fabre, le département de Vaucluse ne fournit pas moins de vingt-cinq à trente mille kilogrammes de truffes annuellement. Carpentras, dont les environs produisent une énorme quantité de ces champignons, est le centre du commerce auquel ils donnent lieu. La plus grande partie en est expédiée de suite par les spéculateurs, au fur et à mesure de leurs achats, à Lyon,

Au temps de Guettard, ce parc avait depuis longtemps perdu sa fécondité en truffes, ou du moins on ne les y cherchait plus. Il y a peu d'années, M. Bouteille a fait connaître que ces champignons croissaient assez abondamment à Magny-en-Vexin (Seine-et-Oise), et il en a communiqué des échantillons à l'Académie des sciences (Voyez *Comptes rendus*, tome XIV, p. 450, mars 1842). Quant aux truffières du bois de Vincennes, près Paris, elles étaient habituellement affermées par l'administration forestière à des chercheurs de truffes venus de la Bourgogne, et qui faisaient usage de chiens dressés : mais elles ont tellement perdu de leur importance depuis les constructions et les défrichements que le génie militaire a fait exécuter au-dessus de Charenton, qu'elles ne sont plus exploitées aujourd'hui. C'était pour l'Etat, nous a-t-on dit, un modique revenu de 80 à 100 fr. par an. Suivant MM. Moynier, la découverte de ces truffières date de l'année 1831. On trouvera, dans le livre qu'ils ont écrit (*De la truffe, traité complet*, in-8°. Paris, 1836), des renseignements qui suffiront à l'insuffisance des nôtres en ce qui regarde le commerce des truffes.



Paris et dans le nord de l'Europe ; celles qui sont destinées à des pays plus éloignés sont préparées par la méthode dite d'Appert, ou cuites dans le vin, puis conservées dans l'huile. Il n'y a que les truffes d'été non mûres ou *maïenques* qui soient coupées en tranches et séchées. Les marchands provençaux, indépendamment de cette sorte de truffes, distinguent encore les truffes *caïettes* (ou *caillettes*) et les truffes *nègres* ; les premières sont les truffes d'hiver imparfaitement mûres ; c'est-à-dire, des *Tuber brumale* et *melanosporum* dont la pulpe fertile renferme encore très-peu de spores, et sont naturellement très-abondantes en automne au commencement de la saison d'hiver ; les truffes *nègres* sont ces mêmes truffes caïettes parvenues à leur complète maturité ; ce sont aussi les meilleures et les plus estimées.

Jusqu'ici l'art n'a pris, en quelque sorte, aucune part à la production des truffes, en ce sens, du moins, que ces champignons n'ont pu encore être soumis à une culture régulière et facile comme celle de l'agaric rose ou *Agaricus campestris*. Ce n'est pas toutefois que de nombreux essais n'aient été tentés ; depuis, Bradley, qui crut bien mériter du public et s'acquérir des droits à une gratitude universelle en divulguant un procédé de culture auquel, s'il en eût conservé le secret, il aurait pu devoir, pensait-il, une grande fortune, « puisque les truffes nouvelles se vendaient jusqu'à une guinée la livre ; » depuis, ses espérances déçues, on a proposé de nombreux moyens d'obtenir des truffes à volonté par des soins convenables de culture. Les plus connus sont ceux conseillés par M. le comte de Borch, dans ses *Lettres sur les truffes du Piémont*, et par Alex. de Bornholz, dans un petit ouvrage dont nous ne connaissons qu'une traduc-

tion italienne publiée à Milan, sous ce titre : *Della coltivazione de' tartufi* (in-16 de 72 pages, chez Pirotta, 1827). Ces moyens consistent, en général, à préparer un compost avec de la terre franche et du terreau des feuilles sèches ou de la sciure de bois, puis à l'arroser convenablement, et à y déposer, en hiver, des truffes parfaitement mûres, entières ou coupées par fragments. M. de Borch assure avoir obtenu de la sorte de petites truffes blanches (*T. magnatum*), certainement nées dans le sol artificiel qu'il avait préparé. A propos de nouveaux essais que le docteur Klotzsch aurait écrit, il y a peu d'années, avoir faits (ce que nous n'avons pu vérifier), M. Bouché-Dumencq, auquel on doit deux mémoires sur les truffes, croyait pouvoir affirmer, « sans crainte de se tromper, » que toutes ces tentatives n'avaient été suivies d'aucun succès On peut, en effet, jusqu'ici, conserver des doutes légitimes sur l'issue favorable qu'on leur attribue. Cette culture artificielle des truffes serait cependant le moyen qui amènerait à savoir avec le plus de certitude, si ces champignons ont une existence indépendante des arbres près desquels ils vivent, ou si, du moins, elle l'est assez pour qu'on puisse avec succès substituer à l'influence des arbres, sans doute très-complexe, des soins et des agents, tels que ceux dont l'agriculture dispose, comme seraient des abris, des composts, etc. Nous regrettons beaucoup de n'avoir pu faire quelque chose pour éclairer cette question intéressante.

Le seul fait qui soit hors de doute, c'est qu'on peut facilement déterminer la production des truffes dans certains sols calcaires où, jusque-là, on n'en n'aurait pas observé. L'artifice consiste à semer des glands dans ces terrains, et lorsque les chênes qui en naissent ont atteint l'âge de

dix à douze ans, on commence à récolter les truffes dans les intervalles qui les séparent. Les truffières, actuellement si étendues, des environs de Laudun, ne doivent pas leur origine à une autre cause, ainsi que M. Delastre l'a très-bien fait connaître dans sa notice déjà citée *sur la végétation du département de la Vienne*. La création de pareilles truffières a eu pareillement lieu sur d'autres points du même département, en particulier dans l'arrondissement de Civray. Il faut remarquer que ces campagnes possédaient déjà des truffières exploitées depuis de longues années, ce qui indiquait suffisamment aux habitants l'aptitude naturelle de leur sol à produire des truffes; mais il est certain que celles-ci naissent dans les jeunes semis de chênes, spontanément et sans qu'on se soit jamais inquiété d'en répandre des fragments sur le sol, qui, déjà sans doute, recélait leurs germes reproducteurs. Il en a été tout autrement dans la plupart des cas où l'on a cru former des truffières; on a jeté des truffes entières, ou coupées par fragments, aux pieds de quelques chênes[1], le long des charmilles d'un parc,

[1] Les essais de cette nature, tentés par M. de Noé dans l'Agenais, sont mentionnés par M. Roques (*Hist. des champ. com. et vénén.*, p. 155). Il en avait été fait de semblables dans la campagne de Turin au temps de Keyszler. Ce voyageur rapporte qu'on répandait à la fois sur le sol l'eau dans laquelle les truffes avaient été cuites et les fragments provenant de leur nettoyage préalable. La multiplication de ces champignons, ajoute Keyszler, s'opère sans doute à l'aide des semences qui sont renversées dans ces débris (Voyez Keyszler, *N. Reisen*, I, 224). D'ailleurs, pour admettre le succès de cette culture, il n'est pas nécessaire de croire, avec Bulliard et Paulet (*Hist. des champig.*, I, 436), que ce sont les spores de la truffe qui deviennent précisément de nouvelles truffes par un accroissement graduel dont ils portent la durée à une année

et les truffes qu'on a recueillies plus tard dans ces lieux ont été attribuées aux premières, dont les spores se seraient heureusement développées; le fait est possible, mais il ne l'est pas moins, que les lieux choisis continssent déjà les truffes à l'insu des auteurs de l'expérience. La création des truffières de Loudun est à l'abri de cette incertitude, puisque les champs qu'elles occupent étaient, il y a peu d'années, encore des plaines nues et abandonnées, sans culture, où la truffe était inconnue; ce champignon n'y paraît qu'au milieu des jeunes chênes, semés à dessein de favoriser son développement, et seulement au bout de huit à dix ans. Ces taillis doivent être peu épais, on les coupe pour la première fois vers leur douzième année, et successivement ensuite à des intervalles de sept à neuf ans; ils sont fertiles en truffes jusqu'à l'âge de vingt-cinq à trente ans, où ils cessent à peu près d'en produire, parce que, dit-on, le sol est alors trop ombragé par les branches des jeunes arbres. On prolongerait sans aucun doute l'existence de la truffière, en sacrifiant quelques-uns de ces arbres pour éclaircir le bois; mais ce parti ne sera pris, peut-être, que lorsque les *galluches* ou terres incultes seront devenues plus rares. On convertira ainsi peu à peu les taillis en futaies, si l'on veut avoir des truffières inépuisables, comme le sont celles des environs d'Ingrande (Poitou) et celles de la haute Provence, du Limousin, du Quercy, etc., qui, presque toutes, se rencontrent

entière, opinion qu'a renouvelée Turpin, comme on sait, et que Hill avait professée avant ces trois auteurs. (Voy. son *Veget. Syst.*, London, 1750, p. 134, où on lit : « each seed is really a truffle... wanting only growth; it is a perfect truffle and requires only to increase in size to be what its parent was. »




au pied ou sous l'ombre d'arbres de haute tige plus ou moins âgés et assez distants les uns des autres.

En supposant que la culture purement artificielle des truffes, comme celle qui serait praticable dans un jardin, dût un jour être couronnée de succès, nous doutons qu'elle puisse jamais équivaloir à la culture indirecte, si l'on peut ainsi parler, que les Loudunois semblent avoir les premiers mise à profit. Aussi serait-il à souhaiter que leur exemple fût suivi dans une foule de lieux où il le pourrait être avec bonheur. Leur méthode, qui a pour autre conséquence de créer des bois là où il n'en existe point, mérite doublement d'être recommandée. Quant à celle qui consiste à répandre des fragments de truffes mûres dans un terrain boisé qui ne produit point encore ces champignons, nous croyons qu'elle peut aussi donner des résultats satisfaisants, quoi que nous ayons dit plus haut à son sujet ; mais elle ne devra être tentée que dans des circonstances analogues à celles offertes par les truffières naturelles ; on reconnaîtra alors qu'une foule de lieux supposés improductifs en truffes en produisent réellement déjà avec plus ou moins d'abondance, et que beaucoup de bois pourraient être convertis en truffières à l'aide de quelques soins, qui consisteraient surtout à diminuer le nombre des arbres et à débarrasser le sol des broussailles qui l'empêcheraient de recevoir à la fois facilement les eaux pluviales et l'influence directe des rayons du soleil[1].

[1] Léop. Trattinick, dans ses *Essbare Schwämme* (p. 29, 1re ed.) traite aussi de chimériques et inapplicables les procédés artificiels proposés avant lui pour la culture des truffes. Néanmoins, malgré son inexpérience, il se hasarde à en indiquer de nouveaux. Celui qu'il conseillerait de préférence, consisterait à choisir un coteau



L'industrie loudunoise, mise également en pratique dans les environs de Civray, a donné une valeur importante à des terrains qui n'en avaient antérieurement presque aucune; elle a enrichi beaucoup de cultivateurs qui, aujourd'hui, dit M. Delastre, « font des semis réglés de chêne, calculés de façon à en avoir chaque année quelques portions à exploiter comme truffières. » A la *Bonardelière*, près Civray, on évalue 80 à 100 francs le revenu annuel en truffes d'une boisselée (15 ares 20 centiares) de taillis de chênes.

Dans l'arrondissement d'Apt (Vaucluse), comme nous l'apprend M. Ét. Bonnet, plusieurs propriétaires ont aussi créé des truffières dans leurs domaines, à l'imitation d'un chercheur de truffes, natif du Roussillon, et nommé Tallon, qui, le premier, avait eu l'idée de semer des chênes verts, dans l'espoir de recueillir plus tard des truffes sous leur ombre. Le petit bois né de ce semis

incliné à l'ouest, qui offrirait dans sa partie supérieure un ruisseau ou un réservoir ombragé d'arbres, et dont le bas serait planté de chênes, de châtaigniers et de genévriers épars ; le sol devrait être léger, noir, meuble et sablonneux ; on le nétoyerait avec soin des broussailles et des gazons qui le couvriraient ; puis, en avril ou mai, on y placerait de jeunes truffes fraîchement arrachées de leur sol natal, et qui retiendraient encore beaucoup de terres autour d'elles. Les circonstances qu'exige Trattinick seraient difficiles à rencontrer, et la nature du sol qu'il indique n'est point celle ordinaire aux truffières naturelles ; mais, quoique les champignons ne semblent pas, en général, se prêter facilement à la transplantation, on réussirait sans doute à la pratiquer sur de jeunes individus enveloppés de *mycelium ;* ainsi les *Tuber melanosporum*, que nous avons récoltés dans les truffières du Poitou en septembre 1850, auraient vraisemblablement très-bien pu être replantés avec succès, au moins pour la propagation de leur espèce, car nous avons vu croître leur *mycelium* dans les flacons où nous les avons renfermés (Voyez plus haut).

a trente ans aujourd'hui, et protége une truffière en plein rapport. Les arbres y sont espacés de cinq mètres environ les uns des autres ; mais dès que leurs branches se joindront et couvriront le sol d'une ombre trop épaisse, ils devront être éclaircis, sous peine, pour l'industrieux cultivateur, de voir sa truffière devenir promptement stérile, ainsi que l'expérience l'a déjà prouvé maintes fois en Provence comme ailleurs.

---

## Nouvelle analyse de l'eau minérale de Saxon dans le canton du Valais (en Suisse), par M. Pyrame Morin. (Lue à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 16 décembre 1852.)

(Extrait.)

En 1844 je publiai dans la *Bibliothèque Universelle* (numéro de mai, p. 139), l'analyse que je venais de terminer de l'eau minérale de Saxon.

J'avais trouvé sur 1000 grammes :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique combiné et dissous. | 0,037 gramme. |
| Chlore | 0,005 |
| Acide sulfurique | 0,258 |
| — nitrique | traces. |
| — phosphorique | traces. |
| Silice ... } Alumine. } | 0,005 |
| Magnésie | 0,125 |
| Chaux | 0,018 |
| Soude | 0,011 |
| Potasse | 0,017 |
| Oxyde de fer | traces. |
| Glairine | quantité indéterminée. |
| Total approximatif.... | 0,476 gramme. |

Je donnais aussi les combinaisons formées par les substances ci-dessus.

La Société helvétique des sciences naturelles étant réunie à Sion, en août 1852, MM. Pignant et Césati, annoncèrent à la Section de Physique et de Chimie, que les effets des eaux de Saxon n'étaient pas en rapport avec l'analyse que j'en avais faite, ils avaient repris le travail et s'étaient persuadés que cette source contenait des iodures en grande quantité, probablement aussi des bromures et peut-être des cyanures. M. Césati ajoutait que la source sort d'un calcaire hippuritique. M. le D[r] Claivaz, fit part à la section médico-chirurgicale de cette même découverte, l'iode existant dans l'eau à la dose de deux grains environ (0,10 gr.) par litre (*Bibl. Univ.*, numéro de novembre 1852, pages 192 et 205).

Lorsque j'appris à Genève les détails de cette double communication, je m'empressai de revoir mes notes de 1844. Dans le mémoire que je publiais à cette époque, je ne mentionnais point les résultats négatifs que j'avais obtenus. J'avais cependant recherché l'iode et le brome sans en trouver. Le précipité obtenu par le nitrate d'argent, et qui aurait dû renfermer l'iode, pesait 0,020 gr. par litre d'eau, tandis qu'à présent l'eau contenant 0,100 gr. d'iode seul, donnerait 0,185 gr. pour sa combinaison avec l'argent, le chlore non compris, c'est-à-dire, un précipité neuf fois plus considérable que celui que j'avais obtenu il y a neuf ans.

Par conséquent, si l'iode existe effectivement dans l'eau de Saxon, je devais conclure de ce qui précède, qu'il y était arrivé depuis mon travail analytique.

Le 19 août, après la dernière séance de la Société des sciences naturelles, MM. Gosse et Herpin, docteurs,

ont visité les bains de Saxon. En leur présence et avec toutes les précautions voulues, ils ont fait remplir et boucher une bouteille, au fond du bassin de la source, et ils me l'ont apportée.

Cette eau était limpide, elle avait une légère saveur iodée et une odeur d'iode très-sensible. Du papier amidoné, placé dans le col vide de la bouteille devenait promptement bleu violet.

Ces caractères sont devenus de plus en plus prononcés, et maintenant, plus de quatre mois après que l'eau a été puisée, la bouteille ayant été ouverte plus de trente fois, la saveur et l'odeur sont très-fortes, et le bouchon a pris une teinte violacée.

Les réactions de l'iode avec l'amidon, le palladium ou l'argent sont très-faciles à constater. Un gramme d'eau donne avec le palladium, un précipité suffisant pour laisser voir la coloration bleue avec l'amidon ; le nitrate d'argent produit un dépôt jaune ; une partie d'eau étendue de soixante fois son poids d'eau pure, laisse encore instantanément reconnaître la présence de l'iode par l'amidon.

J'ai dosé l'iode au moyen du chlorure de palladium en acidulant l'eau, et je me suis assuré de l'exactitude de mes résultats en convertissant l'iodure de palladium en iodure d'argent plus facile à peser exactement. J'ai obtenu en minimum 0,1485 gr. (environ 3 grains.) par litre.

Ayant trouvé d'autre part que l'eau ne renferme pas de brome, j'ai pu peser à la fois chlore et iode à l'état de sels d'argent, ce qui m'a donné pour le chlore 0,0092 gr.

Enfin le poids total des substances fixes, dissoutes

dans un litre est de 0,7800 gr. après expulsion par la chaleur de l'acide carbonique libre, et de celui qui convertit les carbonates en bicarbonates.

Ces essais prouvaient que l'eau de Saxon avait notablement changé depuis mon analyse. Elle contenait en dissolution une quantité de substances fixes plus grande que précédemment, malgré les pluies abondantes qui duraient depuis un mois, et elle renfermait une proportion d'iode beaucoup plus considérable qu'aucune autre eau minérale.

Vers la fin de septembre, MM. Rivier et de Fellenberg annonçaient dans la *Bibliothèque Universelle* (numéro de septembre, p. 59,) que l'eau de Saxon, puisée par eux à l'époque de la réunion scientifique à Sion, ou expédiée plus tard par le D^r Pignant, contenait 0,0902 gr. d'iode (environ 2 grains) par litre.

Il m'importait de connaître la cause de ces changements. Je m'assurai que je serais admis à l'établissement des bains pour y faire de nouvelles expériences, puis je partis avec un ami, et muni de deux pompes. Nous arrivâmes le 27 septembre, vers cinq heures du matin à Saxon, je n'étais point attendu, personne n'était levé. Nous commençâmes immédiatement nos essais.

La source était dans le même état où je l'avais trouvée en 1844, exactement au pied de la montagne, dont on a dû faire sauter quelques rochers pour l'encaisser. Elle jaillissait du calcaire par une large fissure à $2^m,20$ au-dessous de la surface du sol, au fond d'un puits de $1^m,35$ de profondeur et de $0^m,20$ d'ouverture, dont les parois étaient formées de plateaux de bois placés en 1839. Le haut du puits arrivait au bas d'un bassin, creusé au-dessous de la surface du sol, construit en maçonnerie, ayant

un mètre de surface ; une ouverture, à $0^m,85$ du fond, laissait écouler l'eau non utilisée. Un tuyau de bois, placé dans le terrain, conduisait l'eau directement du puits dans les bains; il a été renouvelé le printemps dernier, ainsi que les murs du bassin.

L'eau était limpide, inodore, sans saveur particulière et agréable à boire. On voyait s'élever de temps en temps de grosses bulles de gaz formées d'azote et d'un peu d'acide carbonique. La température au fond du puits ou à la surface de l'eau était de 24,40° C., l'air environnant variant de 5 à 8° C.

En 1844, la source donnait environ 120 litres par minute, elle est actuellement beaucoup plus abondante; M. le D$^r$ Pignant a trouvé qu'elle fournit, dans le même temps, 420 à 470 litres.

Je jugeai convenable, et peut-être prudent pour faire mon analyse, de puiser l'eau vers la fissure par laquelle elle arrive, évitant ainsi les mélanges qui peuvent se faire par les parois du réservoir. Je me servis d'une pompe, donnant au moins cent litres par minute; après l'avoir fait jouer pendant un certain temps, je remplis des bouteilles que je fermai et goudronnai immédiatement.

De l'eau fut aussi puisée à $0^m,60$ du fond, à la surface du bassin, et enfin au robinet qui se trouve dans la maison. A plusieurs reprises ces opérations furent répétées depuis le moment de mon arrivée, jusqu'à une heure après midi.

De retour, je commençai mon travail. L'eau n'avait point changé d'apparence, elle était très-bien conservée, sans saveur et n'avait pris qu'une légère odeur terreuse.

Du papier amidonné, placé dans l'eau et dans le col vide d'une des bouteilles, ne changeait pas de couleur, même après plusieurs jours.

L'empois d'amidon avec le chlore, ou un mélange d'acide sulfurique et d'eau chlorée, ne donnent pas la plus légère réaction d'iode.

Le chlorure de palladium, dans l'eau légèrement acidulée, n'offre pas la plus faible apparence de précipité, même après un repos d'un mois, tandis que si, au bout de ce temps, on verse dans le liquide une goutte d'une solution contenant $\frac{1}{500}$ de son poids d'iodure de potassium, on voit un nuage brun se former, qui disparaît, il est vrai, par l'agitation, mais cinq gouttes de solution forment, au bout de 24 heures, un dépôt sensible.

L'eau ayant une réaction alcaline, je l'ai évaporée seule à siccité, et j'ai calciné le produit; je n'ai point pu trouver d'iode dans le liquide obtenu par le traitement du résidu avec l'alcool.

Tous mes essais ont donné des résultats également nuls quand j'ai concentré l'eau en y ajoutant de la potasse, ou même lorsque j'ai poussé l'évaporation jusqu'à siccité.

Les résultats sont encore invariablement négatifs si on reprend la même série d'expériences avec l'eau puisée à $0^{m},60$ du fond, celle de la surface du réservoir ou celle prise au robinet de l'établissement.

Le précipité obtenu de plusieurs litres d'eau par le nitrate acide d'argent, réduit dans quelques gouttes d'eau pure, avec du zinc et de l'acide sulfurique, donne un liquide dans lequel il est impossible de découvrir de l'iode.

En exposant en détail tous ces essais, je crois avoir

prouvé que l'eau ne renferme point d'iode. Je me suis de plus assuré qu'elle ne contient pas de brome.

Je n'ai pas recherché plusieurs substances qui ne pourraient exister qu'en doses infiniment petites, comme, par exemple, le fluor, le manganèse, la lithyne, etc. A plus forte raison n'ai-je point recherché les cyanures mentionnés par MM. Pignant et Césati.

L'analyse quantitative donne les résultats suivants pour 1000 grammes d'eau.

| | |
|---|---|
| Acide carbonique...... | 0,1480 gramme. |
| — sulfurique....... | 0,1600 |
| — nitrique ........ | traces. |
| — phosphorique.... | traces. |
| — silicique........ | 0,0120 |
| Chlore.............. | 0,0098 |
| Alumine.... / Oxyde de fer. }........ | 0,0010 |
| Chaux.............. | 0,1537 |
| Magnésie............ | 0,0631 |
| Potasse............... | 0,0179 |
| Soude................ | 0,0133 |
| Glairine............. | 0,0880 |
| Total..... | 0,6668 gramme. |

La pesanteur spécifique de l'eau est la même que celle de l'eau distillée.

La somme des substances fixes obtenue, par évaporation à 140°C., est égale à 0,5880 grammes.

Si l'iode qui existait dans la source quand MM. Gosse et Herpin l'ont visitée (0,1485 gr.) est à l'état d'iodure de potassium, ce sel pèse 0,1945 gr. Ce poids retranché de 0,7800, trouvé pour la somme des substances fixes de l'eau qui m'a été apportée au mois d'août, on obtient 0,5855 gr., quantité égale à celle que je viens

d'indiquer pour l'eau que j'ai puisée moi-même et qui ne renferme point d'iode.

En comparant les résultats que je viens de donner, avec ceux que j'avais obtenus en 1844, on voit : que les substances dissoutes dans l'eau sont restées les mêmes, mais leur poids total s'est passablement accru ; l'augmentation est notable pour la chaux et pour l'acide carbonique, tandis qu'il y a diminution très-sensible sur la magnésie et l'acide sulfurique.

Les observations que j'ai faites à Saxon et que je vais indiquer, montrent que de nouvelles sources peuvent s'être jointes à la première depuis 1844, et si elles sont très-fortement chargées de carbonate de chaux, ce qui est probable, les modifications survenues dans l'eau que j'ai analysée, se trouvent facilement expliquées.

Sur la rive gauche du Rhône, près de Saxon, la montagne est formée de deux roches ; l'une bleuâtre, disposée en couches minces, tout à fait parallèles entre elles, qui plongent sous un angle d'environ 60°, et qu'on voit par la tranche parce que la montagne se dirige tout à coup vers l'est. La seconde roche, plus rapprochée du Rhône, ne laisse pas voir de couches, elle est jaune et en général poreuse. Toutes deux consistent surtout en carbonate calcaire. C'est dans la dernière que M. Césati a cru reconnaître une roche hippuritique.

Le puits de la source est creusé sur le bord de la roche disposée en couches, et vers le fond il atteint la roche jaune poreuse.

En 1847, on construisit un salon et des dépendances qui furent adossés à la montagne, on coupa la roche jaune et on fit jaillir plusieurs sources chaudes (environ 25° C.) qui envahirent les caves. Les murs furent



élevés de manière à arrêter l'inondation, et dès lors les caves et la glacière ont conservé une température d'environ 15°C. Les eaux détournées ont pu couler du côté de la roche bleuâtre, et, si elles en ont atteint la première couche, elles seront venues presque nécessairement se verser dans le puits de la source.

Peu après avoir fait ces constructions on crut, en effet, remarquer que l'eau était plus abondante qu'auparavant.

Il se peut aussi qu'une ou plusieurs de ces sources aient suivi une direction différente de celle que j'indique, jusqu'au moment où le tremblement de terre, du 24 août 1851, aura déterminé un nouveau changement. Vers cette époque on a observé une nouvelle augmentation dans le volume de l'eau.

A la même date, aux bains de Lavey, éloignés de quatre lieues de ceux de Saxon, la source augmentait de volume, la température s'élevait de 7°C. et peut-être éprouvait-elle en même temps quelque modification dans sa composition.

Je fus assez étonné des résultats entièrement négatifs que me donnait mon analyse sur la présence de l'iode; j'écrivis au Dr Pignant à Saxon, le 13 novembre dernier, pour le prier de m'expédier quelques bouteilles d'eau puisée dans le bassin de la source et au robinet de l'établissement, avec les précautions que je lui indiquais. Quelques jours plus tard, je recevais l'eau demandée et une lettre du Dr Pignant.

Cette eau répandait une odeur iodée très-prononcée, et donnait immédiatement toutes les réactions de l'iode, avec l'amidon, le palladium et l'argent.

Je séparais l'iode par le chlorure de palladium et je le dosais à l'état d'iodure d'argent.

L'eau puisée dans le bassin contenait pour 1000 gr.

Iode . . . . . . . . . . . . 0,0296

Celle prise au robinet. . . . 0,0400

Ni l'une ni l'autre ne renfermait de brome.

Ces résultats contradictoires m'engagèrent à faire une quatrième série d'essais. Je m'adressai cette fois à un de mes amis qui habite le Valais. Il se rendit vers la fin de novembre à Saxon, où il arriva le matin avant 5 heures; il remplit quelques bouteilles dans le bassin ainsi qu'au robinet qu'il laissa d'abord ouvert pendant vingt minutes.

Cette eau fut immédiatement expédiée par le courrier ; à son arrivée je repris toutes les expériences que j'avais faites précédemment pour rechercher l'iode, les résultats furent invariablement négatifs.

L'eau du bassin contenait par litre 0,0098 gr. de chlore, exactement ce que j'avais trouvé dans celle que j'avais puisée moi-même.

---

En résumé, tous les travaux faits sur l'eau de Saxon montrent :

1° Que cette eau contenait de l'iode :

*a*) à l'époque où la Société helvétique des sciences naturelles s'est réunie à Sion vers le 20 août 1852,
— puisée par MM. Gosse et Herpin,
— ou par MM. Rivier et de Fellenberg;

*b*) lorsqu'elle a été expédiée par M. Pignant,
— soit à MM. Rivier et de Fellenberg,
— soit à moi.

2° Elle ne contenait point d'iode ;

*a*) en 1844, lorsque j'en ai fait l'analyse pour la première fois ;

*b*) en 1852,

— quand je l'ai puisée avec toutes les précautions voulues,

— ou fait puiser par un ami.

3° Lorsque cette eau renferme de l'iode, les doses de cette substance varient de 1 à 5, on trouve par litre 0,030, 0,040, 0,090, 0,150 grammes.

4° Elle ne renferme point de brome, ou au moins pas en dose appréciable. Cependant cette substance accompagne très-souvent l'iode.

5° Le poids des principes dissous dans l'eau s'est accru, depuis 1844. L'augmentation porte surtout sur le carbonate de chaux, tandis qu'il y a eu diminution sur les sels de magnésie.

MM. Rivier et de Fellenberg annoncent que *dans leur travail ils ont voulu constater la présence de l'iode, le doser et assigner ainsi à l'eau minérale de Saxon le rang qui lui appartient*. Le travail qui précède pourra permettre au lecteur de juger si cette eau ne doit point continuer à occuper la place modeste que je lui avais assignée en 1844 ?

---

Je termine par quelques observations :

1° Si l'eau de Saxon contenait toujours par litre 0,1485 gr. d'iode, ainsi que je l'ai trouvé dans celle qui m'a été apportée, et si la source fournissait constamment 470 litres par minute, il sortirait du puits 100 kilogrammes d'iode par 24 heures. On comprend qu'un chimiste ait proposé d'établir une exploitation d'iode à Saxon.

2° Dans sa lettre d'envoi du 24 novembre dernier

M. le D[r] Pignant dit : *l'iode est-il à l'état d'iodure ou à l'état d'iodate? je croirais au dernier.*

Les iodates sont des produits de laboratoire, mais comme ce n'était pas positivement une raison pour que l'un de ces sels ne se trouvât pas dans l'eau de Saxon, j'ai fait quelques essais pour en opérer la réduction par l'acide sulfhydrique, l'acide sulfureux, ou par calcination, mais sans obtenir plus qu'auparavant les réactions de l'iode.

3° M. le professeur Césati pensait que l'eau sortait d'une roche hippuritique, cependant M. le professeur Favre a montré à la Société réunie à Sion, que c'est une erreur. Cette roche est la cargniole. Mais pourquoi le fait, s'il eût été exact, aurait-il conduit à soupçonner la présence de l'iode dans la source ?

L'eau peut venir des bancs de gypse qui se trouvent à peu de distance de Saxon, et dans le voisinage desquels on pourrait croire qu'il existe du chlorure de sodium et un iodure. La source passe probablement sur le gypse, car elle contient des sulfates en assez grande quantité, tandis que la roche d'où elle sort n'en renferme que des traces.

La cargniole de Saxon est jaunâtre, ce qui est dû à de l'oxide de fer ; poreuse ; avec des points noirs d'oxide de fer et de très-petits cristaux blancs et brillants; offrant des places arrondies d'environ 25 centimètres carrés de surface qui sont d'un blanc jaunâtre, plus friables que le reste de la pierre.

J'ai fait l'analyse de cette roche dans laquelle j'avais d'abord pensé trouver de l'iode.

J'ai obtenu sur 1 gramme :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 0,6181 |
| — magnésie | 0,0842 |
| Silice { sable, 0,0035 ; combinée, 0,0200 } | 0,0235 |
| Alumine | 0,0188 |
| Oxyde de fer { en grains noirs, 0,0022 ; colorant la roche, 0,0056 } | 0,0078 |
| Chlore | traces. |
| Acide phosphorique | traces. |
| — sulfurique | traces. |
| Eau | 0,2350 |

Les mêmes substances constituent, soit la roche disposée par couches, soit une efflorescence qui se trouve à la surface de cette roche ou dans les interstices qui sont entre les couches.

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE.

### 1. — Expériences sur le rayonnement solaire, par M. Volpicelli

M. Volpicelli avait déjà publié en 1851, dans les *Actes de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei* (tome IV, p. 573) des observations sur le rayonnement calorifique du soleil qui prouvaient que l'intensité du rayonnement calorifique solaire croissait des bords au centre du disque apparent du soleil. Ce fait fut vérifié par le R. P. Secchi, qui trouva, de plus, que le maximum d'effet calorifique coïncidait avec l'équateur de cet astre. Aujourd'hui, M. Volpicelli annonce dans une lettre à M. Arago, insérée dans les *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 26 décembre, qu'il a repris ses observations, d'après l'invitation de M. Melloni. Voici la lettre de M. Volpicelli, que nous reproduisons en entier, à cause de l'intérêt du sujet.

« Profitant de l'éclipse qui eut lieu le 28 juillet 1851, assez heureux pour avoir à ma disposition le thermo-actinomètre de M. Melloni et l'héliostat de M. Silbermann, parfaitement construit par M. Duboscq-Soleil, j'observai que l'intensité du rayonnement calorifique solaire croissait des bords au centre de son disque apparent. Ce fait fut reconnu par mon docte collègue le R. P. Secchi, qui trouva de plus que le maximum d'effet calorifique solaire coïncidait avec l'équateur de cet astre. En communiquant cette expérience à l'Académie des Lincei, je rappelai que Lucas Valerio, et aussi Frédéric Cesi, au commencement du dix-septième siècle, avancèrent que les rayons du soleil sont plus forts (*gagliardi*) dans le centre qu'aux extrémités de cet astre ; enfin je n'oubliai pas de dire

que dans vos recherches sur la constitution physique du soleil, vous aviez déjà, Monsieur, proposé d'excellentes expériences thermodynamiques pour déterminer la distribution de la chaleur sur le disque solaire. Depuis mon rapport à l'occasion des intéressantes expériences du R. P. Secchi, M. Melloni annonça que « la proportion « des rayons solaires transmise par une couche d'eau comprise « entre deux verres d'Allemagne, et des mêmes rayons transmis par « une plaque de cristal de roche enfumé, varie avec les différentes « épaisseurs atmosphériques traversées par eux, et que cette varia- « tion suit des lois tellement différentes en passant de l'un à l'autre « corps, qu'elle prend dans les mêmes circonstances des signes con- « traires. » En même temps qu'il faisait part de ce résultat thermochroïque à l'Académie des Sciences[1] et à celle des Lincei, M. Melloni voulut bien m'inviter à expérimenter moi-même sur ce sujet. Pour répondre à cet appel si honorable, malgré ma juste défiance de mes propres forces, j'entrepris alors des expériences sur la thermochrôse du soleil, et je me fais aujourd'hui un devoir de vous communiquer les premiers résultats de ces expériences, que j'ai exécutées dans l'observatoire astronomique pontifical. Si je puis surmonter les difficultés qui s'opposent actuellement à l'expérimentation, tant dans l'observatoire même que dans le cabinet de physique de l'Université romaine, je continuerai mes expériences d'après le plan que j'ai conçu, et j'aurai l'honneur de vous les transmettre.

« Des publications du professeur Melloni, des paroles par lesquelles vous terminiez, Monsieur et honorable secrétaire, vos savantes observations sur les expériences du R. P. Secchi[2], et des principes modernes de la physique rationnelle, on doit, ce me semble, conclure que, pour connaître la distribution calorifique du disque solaire, il faut d'abord faire l'analyse de la thermocrôse de cet astre, et commencer cette analyse par l'étude de l'effet thermique du soleil entier, pour ensuite passer à l'effet thermique des divers points de son disque. Partant de cette conclusion, j'ai commencé par confirmer, au moyen de plusieurs substances diathermiques, la décou-

[1] *Comptes rendus*, tome XXXV, page 165.
[2] *Comptes rendus*, tome XXXIV, page 689.

verte déjà faite par M. Melloni pour l'eau et pour le quartz : ensuite, continuant à me servir de l'héliostat, et représentant par 100 l'énergie calorifique du rayon solaire incident, j'ai reconnu que le fait découvert par M. Melloni se vérifiait pour plusieurs substances diathermiques, et qu'il peut servir à leur classification en deux groupes, de manière que, le soleil allant du midi au couchant, le premier groupe se compose de ces substances qui, telles que l'eau entre deux verres, diminuent considérablement l'énergie calorifique du rayon solaire incident ; le second groupe est formé de celles dans lesquelles l'effet total se présente avec un caractère différent. C'est ce que démontre le tableau suivant, que je me propose d'étendre encore davantage.

| SUBSTANCES de la PREMIÈRE CLASSE. | RAYONNEMENT calorifique près le méridien. | près l'horizon. | SUBSTANCES de la DEUXIÈME CLASSE. | RAYONNEMENT calorifique près le méridien. | près l'horizon. |
|---|---|---|---|---|---|
| Eau . . . . . . . . | 60 | 40 | Quartz non enfumé | 70 | 80 |
| Huile de térébenth. | 54 | 45 | Verre limpide . . . | 84 | 93 |
| Solution d'alun . . | 57 | 43 | Alun. . . , . . . . | 5 | 10 |
| Acide nitrique. . . | 65 | 52 | Sulfate de chaux. . | 6 | 8 |
| Alcool. . . . . . . | 62 | 51 | Verre vert. . . . . | 5 | 9 |
| Ether sulfurique. . | 58 | 35 | Verre jaune . . . . | 12 | 18 |
| Verre ordinaire . . | 73 | 58 | Verre bleu. . . . . | 13 | 18 |
| | | | Verre bleu. . . . . | 75 | 100 |
| | | | Sel gemme. . . . . | 46,1 | 48 |
| | | | Acide sulfurique. . | 55 | 60 |
| | | | Quartz enfumé. . . | 6 | 11 |
| | | | Sel gemme enfumé. | 5 | 9 |

« Bien que ces résultats numériques puissent subir quelques modifications par suite d'expériences ultérieures, faites à un moment encore plus voisin du coucher du soleil, et dans de meilleures conditions atmosphériques, cependant, dès à présent, nous sommes en droit d'affirmer : que les rayons calorifiques du soleil se composent, eux aussi, d'éléments hétérogènes ; que l'atmosphère terrestre absorbe ces éléments de diverses manières, selon qu'elle est plus

ou moins épaisse; que cette diversité d'absorption est manifestée par les substances diathermiques à travers lesquelles passe le rayon solaire, après avoir été filtré par l'atmosphère; qu'il y a deux classes de substances diathermiques, lesquelles offrent des résultats opposés, par rapport à l'absorption du rayon incident: d'où il suit que non-seulement l'intensité du rayon solaire incident dépend de l'épaisseur de l'atmosphère terrestre par lui parcourue, mais encore que de cette épaisseur dépend la qualité des éléments calorifiques.

« En continuant ces expériences et donnant aux substances diathermiques l'épaisseur d'environ 1 centimètre, j'ai pu arriver encore aux faits suivants :

« 1° Le quartz et le verre, tous deux limpides, sont les substances les plus diathermiques, par rapport aux rayons solaires parvenus à la surface terrestre, ce qui établit une différence notable entre ce rayonnement et celui des sources calorifiques terrestres. Il résulte de cette propriété spéciale, que les réfracteurs sont propres à expérimenter la distribution du calorique sur le disque solaire, et que les lentilles à échelons sont les meilleurs instruments pour concentrer le calorique réfléchi par la lune, ainsi que l'expérimenta, le premier, M. Melloni, qui obtint par ce moyen d'heureux résultats[1]. La différence entre les déviations de l'aiguille du galvanomètre produites par le rayon solaire libre et par le rayon solaire qui avait traversé les deux substances indiquées, fut trouvée constamment de 1 degré, depuis midi jusqu'à trois quarts d'heure avant le coucher. Si donc on appelle $n$ le nombre des degrés de la première déviation, $\frac{n-1}{n}$ sera l'expression du pouvoir absorbant, soit du verre, soit du quartz, tous deux limpides. Dès lors, en faisant abstraction des réflexions que subissent les rayons dans les deux surfaces parallèles de la substance diathermique, on peut dire que le quartz et le verre, tous deux limpides, laissent le passage libre à toute espèce de rayons calorifiques solaires, après que ceux-ci ont traversé l'atmosphère terrestre.

« 2° Le sel gemme diminue beaucoup la déviation de l'aiguille

[1] La *Thermochrôse*, page 251, par M. Melloni. Naples, 1850.



produite par le rayon solaire libre ; c'est pourquoi cette substance, eu égard aux rayons solaires, se montre moins diathermique que plusieurs autres, et spécialement que les deux précédentes ; ce qui établit une autre différence remarquable entre ce rayonnement arrivé à la terre, et celui des sources calorifiques terrestres pour lesquelles le sel gemme jouit, au plus haut degré, de la propriété diathermique. De plus, en négligeant les petites différences dans les résultats numériques, qu'on pourrait même attribuer à plusieurs causes perturbatrices, on trouve que le sel gemme diminue toujours, à peu près de moitié, le rayonnement libre solaire, depuis midi jusqu'à demi-heure avant le coucher. Ce qui prouve que le sel gemme (celui que j'ai employé provient de Cardona, et est suffisamment limpide) affecte de la même manière tous les divers éléments calorifiques du soleil, et que, par rapport à la chaleur solaire arrivée jusqu'à nous, il conserve la propriété que M. Melloni lui a déjà reconnue pour les sources terrestres de chaleur, d'être athermochroïque. En faisant passer le rayon du soleil à travers le même sel gemme, de l'épaisseur d'environ 0m,15, on n'avait aucune déviation dans l'aiguille, tandis qu'avec la lampe de Locatelli, on avait la déviation de 1 degré. En admettant donc que le soleil, comme cela me semble très-probable, soit la source de toute sorte de rayonnements calorifiques, nous pouvons affirmer, d'après les précédentes expériences, que les atmosphères, l'une solaire, l'autre terrestre, éteignent en grande partie les rayons qui sont abondants dans les sources lumineuses terrestres, ceux que le célèbre Melloni distingue sous le nom de *radiations obscures*, et qui ont, selon les découvertes de ce physicien, des propriétés spécifiques de transmission et de diffusion bien différentes de celles des rayons de chaleur lucide.

« 3° Il y a des substances, telles que le sel gemme enfumé, l'alun et le sulfate de chaux cristillisés, les verres colorés, ou en bleu, ou en vert, qui, lorsque le soleil se trouve à des hauteurs diverses sur l'horizon, font que les différentes déviations produites par le rayon solaire libre restent constamment les mêmes, depuis midi jusqu'à trois quarts d'heure avant le coucher. Cela amènerait à conclure



qu'il y a des substances qui, par rapport aux rayons solaires, ont le pouvoir absorbant ( = A ) proportionnel en sens inverse (*inversamente*) à l'énergie du rayonnement libre ( = R) incident sur elles-mêmes; ainsi indiquant par C une constante, on obtient

$$A \,.\, R = C.$$

Cela indique également une différence entre les rayons calorifiques du soleil arrivés jusqu'à nous, et ceux des sources calorifiques terrestres.

« 4° Plusieurs substances diathermiques, spécialement les acroïques, comme le quartz et le verre, tous deux limpides, laissent, vers le coucher, le passage libre aux rayons solaires, de sorte que les déviations de l'aiguille, avant et après le passage même, se trouvent presque identiques; cela montre qu'à mesure que l'épaisseur de l'atmosphère augmente, les rayons calorifiques solaires filtrent au travers, de façon à pouvoir traverser, sans autre modification, les substances indiquées parmi lesquelles nous comptons aussi le verre rouge.

« 5° Trois plaques, l'une de sel gemme, l'autre d'alun limpide, et la troisième de sulfate de chaux cristallisé, étant réunies, le rayon solaire, après avoir traversé ce système diaphane, donne une lumière blanche, *sensiblement* privée de calorique, à l'égard du thermo-actinomètre dont je fais usage ; ce qui prouve que les thermochrôses diverses des deux plaques, une d'alun, l'autre de sulfate de chaux, se combattent réciproquement. Par ce moyen, nous pouvons affaiblir tellement l'effet calorifique du rayonnement solaire, qu'il se réduit pour le calorique au rayonnement lunaire, en conservant cependant une lumière plus intense.

« 6° On observe encore ce fait, dans la lumière solaire, que la quantité de calorique passée à travers plusieurs plaques de nature diverse, est indépendante de l'ordre dans lequel ces plaques sont disposées.

« 7° Le rayon solaire libre, c'est-à-dire celui qui ne traverse aucune autre substance diathermique, excepté l'atmosphère, maintient constamment son énergie calorifique, depuis midi jusqu'à $3^h30^m$ environ ; il s'affaiblit ensuite et ne redevient invariable que vers les trois derniers quarts d'heure du coucher.



« Je terminerai cette lettre par deux observations : la première touchant les expériences déjà faites pour déterminer comment le calorique se trouve distribué sur la surface solaire ; la seconde sur les expériences à faire pour cette détermination.

« Premièrement, je remarque que le R. P. Secchi a trouvé que les températures des sommets, l'un supérieur, l'autre inférieur, dans le disque solaire apparent, étaient très-peu différentes entre elles[1]. Ce fait trouve une explication facile en remarquant que les sommets mêmes correspondent à deux points homologues sur la surface solaire, car chacun d'eux se trouve à égale distance, et du respectif pôle solaire, et de la respective zone équatoriale de cet astre. C'est pourquoi, même en tenant pour vraie l'hypothèse que le calorique dans le soleil diminue de l'équateur aux pôles de cet astre, ces deux sommets doivent être d'une égale température, comme le démontre précisément l'expérience. Il ne faut donc pas chercher ailleurs[2] l'explication du fait expérimental, et il suffit, ce me semble, d'avertir que ces sommets sont deux points homologues sur la surface ou photosphère solaire.

« En second lieu, si l'on veut admettre l'hypothèse de la distribution calorifique décroissante de l'équateur au pôle sur la surface solaire, on devra trouver, en expérimentant avec soin en déclinaison sur le diamètre qui passe par le centre du disque apparent, de bas en haut, à l'époque où l'équateur solaire est au-dessus du centre même, que la nature de la courbe des intensités calorifiques est telle, qu'elle commence par décroître et atteindre un minimum dans le pôle austral visible ; puis qu'elle remonte, en croissant, au maximum dans l'équateur. A une autre époque de l'année, au contraire, où l'équateur solaire se montre au-dessous du centre indiqué, la même courbe devrait commencer en sens inverse, c'est-à-dire atteindre, en croissant, un maximum dans l'équateur, puis en décroissant, redevenir un minimum dans le pôle boréal visible. Jusqu'à présent, ces minima de température n'ont pas été, que je sache, reconnus par l'expérience. En outre, à deux autres époques

[1] *Comptes rendus*, tome XXXV, page 166.
[2] *Comptes rendus*, tome XXXV, page 166, ligne 14 et suiv.

de l'année, c'est-à-dire lorsque les pôles du soleil sont tous deux visibles et se trouvent sur le bord du disque solaire apparent, non-seulement la courbe en question devrait se trouver symétrique au-dessus et au-dessous du centre du disque, mais, en expérimentant les températures du bord solaire, on devrait obtenir une autre courbe avec quatre points singuliers, c'est-à-dire deux maximum dans l'équateur et deux minimum dans les pôles. Mais cette symétrie n'est pas encore évidemment démontrée par l'expérience[1] ; ces quatre points singuliers n'ont pas été cherchés non plus; cependant, en continuant à expérimenter avec le bonheur qu'on a eu jusqu'ici, on doit croire que les doutes disparaîtront et que la lumière se fera.»

2. — Sur les causes de l'excédant de la température moyenne des rivières sur celle de l'atmosphère observé récemment par M. Renou, par W.-M. Rankine, etc. (*Philos. Magaz.*, novembre 1852.)

L'auteur cite des observations récentes de M. Renou sur la température de la Loire à Vendôme, d'où il résulte que la température moyenne de cette rivière dépasse celle de l'atmosphère environnante de 2°,24 C. D'autres observations faites à Tours par M. Oscar Valin, semblent conduire au même résultat.

M. Renou, d'accord avec M. Babinet, attribue cet excès de température de l'eau sur celle de l'air environnant, à l'absorption de la chaleur solaire par le lit de la rivière, et son rayonnement subséquent. Il convient cependant avoir observé de temps en temps une élévation notable dans la température de l'eau de la rivière, lors même que le soleil n'était pas visible. M. Rankine fait même remarquer que, d'après les observations de M. Renou, c'est précisément en novembre et décembre, lorsque le rayonnement solaire est le plus faible, que l'excès de température de la rivière sur l'atmosphère est le plus considérable. Il s'élève, en effet, à cette époque de l'année, à 2°,95.

[1] *Comptes rendus*, tome XXXV, page 605.

Partant du fait que le rayonnement solaire ne suffit pas pour rendre compte de l'anomalie en question, M. Rankine en trouve l'explication dans la chaleur développée par le frottement. Il rappelle à ce sujet les expériences de M. Joule tendant à prouver que la chaleur développée par le frottement d'un corps quelconque, y compris le frottement produit par le mouvement des liquides, est en raison de la puissance mécanique employée, et il émet l'opinion que le frottement produit par le courant des rivières pourrait bien être l'une des principales causes de l'excès de température de l'eau sur celle de l'air environnant. L'auteur donne ensuite une formule d'après laquelle, connaissant les dimensions de la rivière, sa pente et la vitesse du courant, ainsi que l'excès de la température moyenne de l'eau sur celle du sol, et de l'air environnant, on peut vérifier dans chaque cas la part que doit avoir le frottement au développement de la chaleur en question. Il propose de tenir compte de l'effet de la chaleur solaire, en observant la température d'une pièce d'eau stagnante voisine de la rivière, ou bien en continuant les observations sur la température comparative de la rivière et de l'air environnant pendant la nuit.

*Note du rédacteur.* — Sans émettre ici une opinion sur la théorie de M. Joule, relative à la chaleur développée par le frottement, nous nous bornerons à remarquer que, dans le cas actuel, les objections alléguées par l'auteur de ce travail contre les explications données par MM. Renou et Babinet, nous paraissent sans fondement. En effet, c'est bien à l'entrée de l'hiver que l'excès de température de l'eau de la rivière sur l'atmosphère a dû être le plus considérable, parce que c'est précisément à cette époque que l'atmosphère se refroidit beaucoup plus rapidement que l'eau, à cause de la grande chaleur spécifique de celle-ci, comparée à celle de l'air. Par la même raison, il n'y a rien d'étonnant que, lors même que le soleil reste caché pendant plusieurs jours, la température de la rivière continue à être supérieure à celle de l'air. Nous pouvons citer à ce sujet des observations récentes faites sur l'eau stagnante du lac du Grand Saint-Bernard, pendant la belle saison, desquelles il résulte

que la température moyenne de l'eau de ce lac dépasse notablement celle de l'air environnant.

3. — ÉTUDES SUR L'HYGROMÉTRIE (2me Mémoire), par M. V. REGNAULT (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 27 octobre 1852.)

Dans un premier mémoire publié en 1845, M. Regnault a soumis à un examen expérimental les diverses méthodes hygrométriques qui ont été imaginées jusqu'à ce jour. Ce sont:

1° La méthode chimique.

2° La méthode fondée sur les indications des hygromètres formés par des substances organiques qui s'allongent par l'humidité.

3° La méthode de l'hygromètre à condensation.

4° La méthode du psychromètre.

Le psychromètre est de tous les instruments hygrométriques celui qui a reçu aujourd'hui les applications les plus étendues. Il n'est pas susceptible de se déranger, et l'observation n'exige aucune habileté pratique de la part de l'observateur. Mais la lecture de cet instrument ne donne pas directement la fraction de saturation; on se sert habituellement pour la calculer de la formule:

$$x = f' - \frac{0,429\,(t-t')}{610 - t'}\,H$$

On peut y substituer la formule simplifiée:

$$x = f' - 0,0006246\,(t-t')\,H$$

où $x$ désigne la force élastique de la vapeur qui existe dans l'air au moment de l'expérience.

$t$ la température de l'air donnée par le thermomètre sec;

$t'$ » » » mouillé.

$f'$ la force élastique de la vapeur d'eau à saturation pour la température $t'$;

H la hauteur en millimètres du baromètre au moment de l'observation.

Cette formule simplifiée peut remplacer la formule théorique

beaucoup plus complexe; et ses résultats numériques différeront rarement de plus de $^1/_{100}$ de ceux que l'on déduirait de cette dernière. Or cette approximation est plus que suffisante dans tous les cas, car l'état hygrométrique de l'air est incessamment variable.

Il faut savoir maintenant si cette formule représente en effet les divers états de saturation que l'air atmosphérique peut présenter dans les diverses circonstances où l'observateur se trouvera placé, et c'est cette étude qui fait l'objet du nouveau mémoire de M. Regnault. Cette vérification ne peut se faire qu'en observant le psychromètre dans les conditions les plus variées, transportant dans la formule les éléments fournis par cette observation, et comparant les résultats que l'on en déduit, avec la tension véritable de la vapeur aqueuse que l'on détermine directement soit avec l'hygromètre à condensation, soit par la méthode chimique.

M. Regnault croit pouvoir déduire des conclusions suivantes de ses nombreuses expériences sur ce sujet.

1° La formule théorique du psychromètre donnée par M. August ne peut pas être regardée comme l'expression véritable des faits, car elle ne tient pas compte de plusieurs circonstances qui exercent une grande influence sur les indications de cet instrument. Les températures relatives des thermomètre sec et mouillé ne dépendent pas seulement de l'état de saturation de l'air; elles dépendent encore de ses divers états d'agitation et des conditions locales dans lesquelles l'instrument est placé.

En donnant au psychromètre un mouvement rapide de translation circulaire autour d'un axe vertical, on diminue l'influence de l'agitation de l'air et des circonstances locales, mais on détruit la simplicité qui fait le principal mérite du psychromètre.

M. Walferdin a proposé dernièrement de se servir, pour les observations psychrométriques d'un seul thermomètre dont le réservoir enveloppé de mousseline est successivement sec et mouillé. On fait tourner rapidement en fronde le thermomètre sec, et l'on fait la lecture qui donne la température de l'air. On mouille ensuite la mousseline, on fait tourner de nouveau l'instrument, et la température qu'il indique alors donne la valeur de $t'$ qu'il faut introduire

dans la formule. Cette manière d'opérer a l'inconvénient de mettre l'observateur très-près des instruments qu'il observe ; circonstance qu'il faut toujours éviter puisqu'elle influe nécessairement sur l'état hygrométrique de l'air ; de plus, l'observation des deux thermomètres ne peut pas être simultanée.

Pour éviter l'influence de l'agitation variable de l'air, M. Belli a proposé de renfermer le psychromètre dans un tube où l'on fait passer un courant d'air régulier au moyen d'un soufflet aspirant. Mais il est à craindre que dans ce cas les circonstances ne soient changées, et en opérant de cette manière l'observation du psychromètre devient au moins aussi compliqué que celle de l'hygromètre condenseur ; il n'y a plus alors aucune raison pour lui donner la préférence sur ce dernier instrumeut dont les indications sont absolument certaines.

2° Plusieurs séries d'expériences prouvent néanmoins qu'une formule de la forme

$$x = f' - A\,(t - t')\,H$$

appliquée aux observations d'un psychromètre placé dans un espace fermé ou à l'air libre quand il est convenablement abrité contre l'action du vent et contre celle des rayons solaires directs, peut représenter, avec une précision suffisante pour des observations de ce genre, les divers états habituels d'humidité de l'air dans nos climats tempérés, pourvu que *dans chaque localité*, on ait soin de déterminer la valeur du coefficient A par des expériences directes.

La valeur de ce coefficient a été trouvée :

Dans une petite chambre fermée. . . . . . . A = 0,00128
Dans une vaste salle fermée. . . . . . . . . A = 0,00100
Dans la même salle, lorsque les deux fenêtres opposées étaient ouvertes . . . . . . . . . . . A = 0,00077
Dans une grande cour carrée entourée de constructions élevées le psychromètre étant exposé au nord . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . A = 0,00074
Dans la cour de l'auberge de Taverne aux Eaux-Bonnes (Pyrénées) . . . . . . . . . . . A = 0,00090

3° Lorsque le psychromètre est placé dans une localité, où il peut éprouver l'action plus directe de certains vents que d'autres, ses indications dans des conditions variées ne peuvent plus être représentées avec la même exactitude par une formule unique.

4° Lorsque le psychromètre est exposé aux rayons directs du soleil, pourvu que la quantité d'eau qui arrive sur la mousseline du thermomètre mouillé soit suffisante pour la maintenir complétement imbibée, ses indications sont encore représentées d'une manière suffisante par la formule qui s'applique au psychromètre placé à l'ombre.

5° Dans les circonstances atmosphériques où l'eau gèle à la surface du thermomètre mouillé, et qui correspondent toujours à des températures de l'air inférieur à 0°, ou très-peu supérieurs à 0°, le psychromètre devient de moins en moins sensible parce que les variations de la force élastique de la vapeur d'eau à saturation avec la température deviennent de plus en plus faibles à mesure que la température baisse. L'expérience prouve qu'une même valeur de A ne peut plus représenter les véritables fractions de saturation dans toutes les parties de l'échelle hygrométique. Il est nécessaire de déterminer au moins deux de ces valeurs, l'une pour l'air qui approche de sa saturation, et l'autre pour l'air qui en est éloigné. Mais il est à craindre que ces valeurs de A ne conviennent pas pour toutes les températures basses, et qu'elles changent sensiblement avec ces températures. C'est un point qui ne peut être éclairée que par les observateurs qui habitent les contrées très-froides, car dans nos climats on a rarement l'occasion de faire des observations dans de semblables conditions.

Il me paraît inutile de chercher une formule qui représente les observations psychrométriques mieux que ne peut le faire la formule simplifiée de M. August, car les indications de l'instrument sont évidemment influencées par des circonstances locales et accidentelles dont le calcul ne peut pas tenir compte. *Le psychromètre doit être considéré comme un instrument empyrique*, analogue à l'hygromètre à cheveu de De Saussure, il a, sur ce dernier instrument, l'avantage d'être beaucoup moins altérable, mais ses indica-

tions sont encore plus dépendantes des circonstances locales. Il est à désirer que les observateurs se convainquent bien de cette vérité, afin qu'ils ne continuent pas à observer des instruments sur les indications desquels ils ne possèdent aucune donnée certaine, et à entasser des observations douteuses qui seront beaucoup plus nuisibles qu'utiles aux vrais progrès de la météorologie.

Si l'on persiste à se servir du psychromètre pour les observations hygrométriques continues, et ce sont les seules à mon avis qui présentent de l'intérêt, il conviendra de disposer l'instrument autant que possible dans un espace assez vaste, mais convenablement abrité par les constructions environnantes, pour que les thermomètres ne soient pas exposés à l'action directe du vent. Il faudra déterminer la constante A de la formule $x = f' - A(t - t')\,H$ qui convient à la localité choisie, par des expériences comparatives, soit avec l'hygromètre à condensation, soit par la méthode chimique. Pour faire cette détermination, on choisira de préférence les moments où l'air est éloigné de la saturation, parce qu'alors le terme affecté de A a une valeur numérique plus grande. Il sera même convenable de déterminer la constante A pour deux portions différentes de l'échelle thermométrique : la première entre 0 et 10 degrés, la seconde entre 10 et 30 degrés. Il est probable que ces deux valeurs ne seront pas identiques, et l'on employera chacune d'elles entre les limites de température pour lesquelles elle a été déterminée. En opérant ainsi, on sera certain de déduire des observations du psychromètre des valeurs de la fraction de saturation de l'air qui ne différeront pas plus de $^1/_{40}$ des véritables valeurs, et c'est là une approximation parfaitement suffisante pour les observations de ce genre.

Si l'on désirait une approximation plus grande, il faudrait avoir recours à l'hygromètre condensateur. La meilleure disposition à donner à cet instrument me paraît être toujours celle que j'ai décrite dans mon premier mémoire, seulement on pourrait remplacer le petit aspirateur que j'y ai figuré, par un aspirateur double à retournement, analogue à celui de Brunner, et établi à poste fixe ; on éviterait ainsi la peine de remplir fréquemment l'aspirateur. En

donnant à chacun des vases de cet aspirateur une capacité de 10 à 15 litres. On pourra, sans le retourner, faire au moins vingt ou trente observations consécutives, c'est-à-dire plus qu'on n'en fait généralement dans un observatoire pendant toute une journée. Le liquide dont on remplirait l'hygromètre, serait de l'éther pendant la saison d'hiver, de l'alcool ou mieux de l'esprit-de-bois pendant l'été. Il sera facile d'ailleurs de maintenir ce liquide au niveau convenable dans le petit vase d'argent sans avoir besoin de démonter celui-ci fréquemment. A cet effet, on ferait communiquer ce vase par le bas au moyen d'un très-petit tube d'argent avec un réservoir qui contiendrait une quantité un peu considérable de liquide volatil, et qui fournirait continuellement la petite quantité qui s'évapore.

### 4. — Remarques sur l'équivalent mécanique de la chaleur, par M. A.-F. Kupffer. (*Poggend. Annalen*, 1852, nº 6.)

On sait que les recherches récentes de plusieurs physiciens tendent à établir une relation entre le travail mécanique et la chaleur. M. Joule, en particulier, a cherché à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur, c'est-à-dire la quantité de travail mécanique qui est nécessaire pour développer une unité de chaleur. M. Kupffer vient de donner une nouvelle détermination de cet équivalent qu'il déduit de l'élasticité des métaux comparée avec leur dilatation par la chaleur.

Imaginons un cylindre métallique dont la hauteur et le rayon soient égaux à l'unité; désignons par $\delta$ l'allongement qu'il subit lorsqu'il est chargé par l'unité de poids à son extrémité inférieure, et par $\alpha$ sa dilatation lorsqu'on le chauffe de 0 à 100° C. Prenons pour unité la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0 à 100° la température d'un cylindre d'eau de mêmes dimensions que le cylindre métallique. Alors si l'on appelle $m$ la chaleur spécifique du métal et $S$ sa densité, $mS$ sera la quantité de chaleur qui aura produit la dilatation $\alpha$. Il ne faut pas oublier que la chaleur agit dans toutes les directions comme le ferait une pression, tandis que le poids qui charge le cylindre agit dans une direction seulement.

M. Kupffer admet avec Poisson que si cette dernière force qui produit l'allongement $\delta$ agissait dans tous les sens, la dilatation produite ne serait que de $\frac{1}{2}\delta$[1]. Par conséquent $\frac{2\alpha}{\delta}$ représente le rapport de l'effet mécanique de la quantité de chaleur $mS$ à l'effet mécanique d'un poids d'une livre. En désignant par $c$ l'équivalent mécanique de l'unité de chaleur, on aura :

$$c\,m\,S\,\frac{1}{2}\,\delta = \alpha$$

En tirant la valeur de $c$ de cette équation appliquée à chaque métal, c'est-à-dire en remplaçant $m$, $S$, $\alpha$ et $\delta$ par leurs valeurs on trouve des nombres assez rapprochés les uns des autres.

On peut encore exprimer cet équivalent d'une autre manière. Soit $p$ la force nécessaire pour allonger le cylindre de 1 pouce; on aura $p = \frac{1}{\delta}$. Nous pouvons dire que l'élasticité du cylindre soulève un poids $p$ à la hauteur de 1 pouce puisqu'elle fait équilibre à cette force $p$ qui allonge le cylindre de 1 pouce. Si nous représentons par $w$ la quantité de chaleur que nous avons prise pour unité, $\frac{w\,m\,S}{2\,\alpha}$ sera la quantité de chaleur qui produirait une dilatation d'un pouce. On a donc :

$$p = \frac{m\,w\,S}{2\,\alpha}$$

Mais on a aussi $p = \frac{1}{\delta}$ et $c = \frac{2\,\alpha}{m\,S\,\delta}$

par conséquent, $w = c.$

L'unité de chaleur que nous avons choisie peut donc élever à la hauteur de 1 pouce un poids représenté par $c$.

Si l'on fait le calcul avec les mesures anglaises afin d'établir une comparaison avec les travaux de M. Joule, on trouve que la chaleur nécessaire pour porter une livre d'eau de 0 à 100° C. peut élever de 1 pouce 9921 livres. M. Joule avait trouvé les nombres 10,680

[1] Nous ferons observer que l'exactitude de la formule de Poisson n'est pas conforme aux travaux de M. Wertheim sur l'élasticité, d'après lesquels on aurait $\frac{1}{3}\,\delta$ pour la compressibilité cubique. (Voyez *Archives*, avril 1851, pages 291, 296 et suivantes.) L. S.

et 9876 d'après ses expériences sur la chaleur dégagée par le frottement, et par la compression de l'air; on voit que l'accord est satisfaisant. L. S.

---

5. — DELLE CAPACITA..... DES CHALEURS SPÉCIFIQUES DES CORPS COMPOSÉS, note du professeur A.-M. BALANCARI.

M. Balancari annonce la loi suivante : ***La chaleur spécifique de l'atome d'un corps composé est exprimée par la somme des chaleurs spécifiques des atomes simples qui concourent à la formation de l'atome composé.*** Pour démontrer cette proposition, il a discuté les résultats du travail de M. Regnault, et, à l'exception de quelques différences que l'on peut expliquer, la loi se trouve justifiée.

Nous donnons ici une partie des tableaux publiés par M. Balancari, pour montrer dans quelles limites les résultats du calcul s'accordent avec ceux de l'expérience. On a admis que la chaleur spécifique de l'atome d'oxygène est 23,61 d'après de la Roche et Bérard, et celle de l'azote 38,85.

| Oxydes de la formule RO. | Valeur observée. | Valeur calculée. |
|---|---|---|
| Protoxyde de plomb . . . | 70,94 | 64,257 |
| Oxyde de mercure. . . . | 70,74 | 65,406 |
| » de cuivre. . . . . | 70,39 | 61,459 |
| » de nickel. . . . . | 76,21 | 64,986 |
| » de magnésium . . | 63,03 | 61,876 |
| » de zinc. . . . . . | 62,77 | 63,136 |
| **Chlorures de la formule R Cl².** | | |
| Chlorure de plomb . . . | 115,35 | 120,921 |
| » de zinc . . . . | 115,21 | 118,800 |
| » d'étain. . . . . | 116,59 | 121,619 |
| **Chlorures de la formule R² Cl².** | | |
| Chlorure de sodium . . . | 156,97 | 157,178 |
| » de potassium. . | 161,19 | 163,358 |
| » de mercure . . | 154,80 | 164,572 |
| » de cuivre . . . | 156,83 | 155,972 |
| » d'argent. . . . | 163,42 | 157,328 |

| Nitrates $Az^2 O^5 + R^2 O$. | Valeur observée. | Valeur calculée. |
|---|---|---|
| Nitrate de soude. . . . . | 297,49 | 296,254 |
| » d'argent. . . . . | 305,55 | 296,414 |
| Sulfates $SO^3 + R^2O$. | | |
| Sulfate de potasse . . . . | 207,40 | 215,334 |
| » de soude. . . . . | 206,21 | 209,134 |
| Sulfates $SO^3 + RO$. | | |
| Sulfate de baryte . . . . | 164,54 | 168,406 |
| » de strontiane. . . . | 164,01 | 170,666 |
| » de plomb. . . . . | 165,39 | 172,887 |
| » de chaux . . . . | 168,49 | 166,506 |
| » de magnésie . . . | 168,30 | 170,506 |

Dans les exemples que nous venons de citer, les oxydes de la formule RO, à l'exception des oxydes de magnésium et de zinc, présentent des différences notables. M. Balancari pense que cela provient de ce que M. Regnault a déterminé leur chaleur spécifique en les mettant en contact avec l'eau ; il serait possible que l'oxyde se combinât avec une certaine quantité d'eau. Pour la magnésie et l'oxyde de zinc, M. Regnault n'avait pas mis l'eau en contact avec ces substances, aussi l'accord est beaucoup plus satisfaisant.

L. S.

---

6. — Sur la quantité de chaleur produite par la combinaison de quelques métaux avec l'oxygène, par M. Thomas Wood, N.-D. (*Philos. Magaz.*, novembre 1852.)

M. Thomas Wood suppose, d'après quelques idées théoriques, que la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques doit être une mesure de l'affinité des corps qui se combinent. Pour vérifier cette hypothèse, il a déterminé les quantités de chaleur que les métaux dégagent par leur combustion. Il a opéré par voie humide en admettant ce principe que la chaleur absorbée dans une décomposition chimique est égale à la chaleur qui avait été dégagée dans

la combinaison. Lorsqu'il s'agit de métaux très-oxydables comme le potassium, il jette un certain poids du métal dans une quantité déterminée d'eau: la chaleur due à la combustion du métal est égale à la chaleur qui se dégage en apparence, en y ajoutant la quantité de chaleur que la décomposition de l'eau a absorbée. Quand les métaux sont moins oxydables, on ajoute de l'acide sulfurique pour que l'eau soit décomposée, et alors on détermine la quantité de chaleur comme dans le cas précédent, mais en retranchant la chaleur dégagée dans la combinaison de l'acide avec l'oxyde. Enfin quand on opère sur des métaux tels que le cuivre, l'argent, etc., il faut les oxyder par l'acide nitrique, et tenir compte de la chaleur absorbée dans la décomposition de l'acide nitrique et de la chaleur produite par la formation du sel.

M. Wood est arrivé ainsi au tableau suivant, où il indique le nombre de degrés dont un équivalent de chaque métal peut élever la température de 60 grains d'eau, par sa combinaison avec l'oxygène (on prend 1 grain d'oxygène pour unité).

| Nom du métal. | Chaleur dégagée d'après M. Wood. | Chaleur dégagée d'après M. Andrews. |
|---|---|---|
| Sodium. . . . . | 284° F. | |
| Potassium . . . | 256,3 | |
| Zinc . . . . . . | 159,8. . . . . . | 168°,8 F. |
| Etain. . . . . . | 129,6. . . . . . | 126,9 |
| Fer . . . . . . | 126,4. . . . . . | 124 |
| Plomb . . . . . | 99,4 | |
| Bismuth . . . . | 74,5 | |
| Cuivre . . . . . | 72,6. . . . . . | 71,8 |
| Mercure . . . . | 40,4 | |
| Argent . . . . . | 38,9 | |

On peut remarquer, d'après ce tableau, qu'un métal qui peut en chasser un autre d'une dissolution saline neutre dégage plus de chaleur que le second par sa combinaison avec l'oxygène.

L. S.

7. — **Recherches sur la conductibilité des minéraux**, par M. le prof. E. Wartmann. (*Mém. de la Société de phys. et d'hist. natur. de Genève*, tome XIII, partie 1).

Après avoir rappelé les diverses tentatives faites pour déterminer la conductibilité des minéraux pour l'électricité, l'auteur passe à la description de ses propres expériences pour lesquelles il a employé un courant voltaïque dans le circuit duquel il intercalait un bon galvanomètre. Si le minéral paraissait isolant, il augmentait l'intensité du courant jusqu'à se servir d'une pile formée de dix grands couples de Daniell. Dans le cas contraire, il employait un délicat rhéomètre construit par M. Ruhmkorff, en modérant à volonté le courant à l'aide d'un rhéostat.

Un tableau renferme l'énumération de toutes les espèces examinées au nombre de 330, dont 319 ont été soumises à des essais directs, les autres, ainsi que quelques-unes de celles étudiées par M. Wartmann l'ont été également par d'autres physiciens, ainsi que l'auteur a soin de l'indiquer au tableau. Parmi les 319 espèces soumises à l'expérience par M. Wartmann, il en est 252 d'isolantes. Le rapport des minéraux conducteurs aux non-conducteurs est donc approximativement de un à quatre.

La coïncidence entre les résultats de M. Wartmann et ceux de ses devanciers est, en général, très-satisfaisante. Toutefois il y a des divergences qui tiennent essentiellement à la variété de structure résultant de la différence de localité, et sans doute aussi au mode de propagation du courant qui n'est pas identique avec celui de l'électricité de tension.

Il est deux faces du sujet dont l'étude serait très-intéressante, savoir les *rapports* de conductibilité des minéraux non isolants, ramenés aux mêmes dimensions, et placés dans des conditions identiques, et les *variations* de cette propriété dans le même cristal, suivant des directions diverses. Mais des difficultés d'expérimentation presque insurmontables s'opposent à cet examen. M Wartmann s'est donc contenté d'insérer, dans son tableau, à côté des

noms de chaque substance, les mots : *non-conducteur, bon conducteur, assez bon conducteur, peu* ou *très-peu conducteur.*

Voici, du reste, les conclusions de son travail assez semblables à divers égards à celles de MM. Hausmann et Henrici deux des physiciens qui se sont occupés de ce sujet :

1° Les minéraux conducteurs appartiennent aux cinq premiers types cristallins. On n'en trouve aucun parmi les douze espèces du système représenté par le prisme oblique non symétrique.

2° Les minéraux présentent tous les degrés intermédiaires entre la conductibilité parfaite et l'isolement complet.

3° Les métaux natifs et leurs alliages sont conducteurs.

4° Il existe parmi les oxydes métalliques de grandes différences de conductibilité. Ceux qui sont opaques et doués d'éclat l'emportent en général sur les autres. M. Necker a rappelé cette circonstance.

5° Les sulfures métalliques donnent lieu à une remarque semblable.

6° Les chlorures sont tantôt conducteurs (argent corné), tantôt isolants.

7° La même variété règne parmi les sels. La grande majorité d'entre eux est isolante.

8° L'état moléculaire détermine la conductibilité ou l'isolement d'une même substance. Le diamant isole, le graphite conduit fort bien.

9° Chez les minéraux d'origine végétale, la conductibilité est d'autant meilleure que la carbonisation est plus parfaite[1].

10° Parmi les minéraux conducteurs qui ne cristallisent pas dans le système régulier, il en est qui présentent une conductibilité différente suivant la direction du courant rapportée à celle de l'axe de symétrie.

[1] M. Chevreuse a publié d'intéressantes observations sur la conductibilité des charbons, dans les Annales de Chimie et de Phys., tome XXIX, page 440.



8. — **Sur quelques faits relatifs au courant et a la lumière électriques**, par M. Quet. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 27 décembre 1852.)

« Lorsque le vide est fait aussi exactement qu'on peut l'obtenir avec une excellente machine pneumatique, dans le récipient connu sous le nom d'*œuf électrique*, si l'on met en communication les deux tiges du récipient avec les fils qui amènent les deux électricités fournies par la machine électrique que construit M. Ruhmkorff, on voit se produire dans le vide deux lumières différentes par la couleur, la forme et la position. L'une des lumières est violette et entoure régulièrement la boule et la tige négatives; l'autre est rouge de feu; elle adhère d'un côté à la boule positive, s'étend de l'autre vers la boule négative, et a pour limites latérales une surface de révolution autour de l'axe du récipient. Cette manifestation d'une double lumière électrique est une expérience neuve et curieuse de M. Ruhmkorff.

« En étudiant cette double lumière, je suis parvenu à établir qu'elle se compose d'une suite de couches brillantes entièrement séparées les unes des autres par des couches obscures, ou qu'elle est comme stratifiée.

« Pour bien développer ce phénomène de stratification et lui donner de l'éclat, je me sers du vide fait, dans un œuf ou un tube électrique, sur l'une des vapeurs fournies par l'esprit-de-bois, l'essence de térébenthine, l'huile de naphte, l'alcool, le sulfure de carbone, le bichlorure d'étain, etc., ou sur un mélange de ces vapeurs et d'air, ou bien encore sur le fluorure de silicium, etc.; je fais passer dans ces vides le courant d'induction fourni par la machine électrique si remarquable que construit M. Ruhmkorff, et j'obtiens alors une multitude de couches brillantes séparées par des couches obscures formant comme une pile de lumière électrique entre les deux pôles du récipient.

« Dans la lumière relative au pôle positif, lumière qui est ordinairement rouge, les couches brillantes les plus rapprochées de la boule négative ont une position et une figure sensiblement fixes,



en sorte qu'il est facile de constater sur elles qu'il y a discontinuité en passant de l'une à l'autre. La couche extrême ne touche pas la lumière du pôle négatif, elle en est séparée par une couche obscure qu'on peut rendre plus ou moins épaisse, suivant la nature des vides et leur perfection. Mais, indépendamment des trois ou quatre couches brillantes qui sont sensiblement fixes, la lumière du pôle positif contient une multitude d'autres couches dont la discontinuité est plus ou moins masquée par diverses illusions d'optique que j'élimine en m'y prenant comme suit :

« La lumière électrique, dans ces expériences, n'a pas une durée continue ; elle consiste en une suite de décharges se succédant avec rapidité. La machine qui la fournit contient un petit marteau magnétique qui tour à tour se lève et tombe sur une enclume de platine, et à chaque fois qu'il se lève, la lumière électrique se produit dans le vide. Au lieu de laisser au marteau le jeu alternatif et très-rapide que lui donne la construction de la machine, on peut le manœuvrer avec la main, et en le soulevant une seule fois, on obtient dans le vide une émission de lumière qui ne dure qu'un instant. Dans ces conditions, toutes les illusions d'optique cessent ; on n'a plus les mouvements ondulatoires et progressifs, ni les mouvements gyratoires qui peuvent masquer le véritable phénomène, mais on voit la pile entière de couches alternativement brillantes et obscures se dessiner avec une forme très-nette. En renouvelant cette manœuvre à volonté, il devient facile d'étudier les détails du phénomène.

« L'extinction de l'une des lumières accompagnée d'une augmentation d'éclat dans l'autre, les changements de couleur qu'on peut faire subir séparément à l'une ou à l'autre, confirment bien l'idée que ces deux lumières sont douées de polarité.

« La lumière du pôle positif n'est pas seule stratifiée, celle du pôle négatif l'est aussi ; indépendamment d'une lueur vague qui termine ordinairement la lumière du pôle négatif et qui peut s'étendre à plus d'un centimètre et demi de la boule et de la tige, on reconnaît dans cette lumière deux couches brillantes séparées par une couche sombre. Dans certains vides, ces couches sont entourées d'anneaux brillants et obscurs.



« Le phénomène d'une double lumière stratifiée présente des circonstances très-variées, suivant la nature des vides que l'on emploie. Ordinairement la lumière du pôle positif est rouge et l'autre est violette, mais j'ai trouvé que ces teintes ne sont pas nécessaires. Dans le vide fait sur le fluorure de silicium, j'obtiens une lumière jaune au pôle négatif; en faisant le vide dans des tubes de verre préalablement remplis de vapeurs d'essence de térébenthine, j'obtiens au pôle positif de longues colonnes d'une belle lumière blanche et phosphorescente, dont la stratification a lieu par couches sensiblement planes et d'inégale épaisseur[1].

« La constitution de la lumière électrique que je viens de décrire semble indiquer que le mouvement électrique, établi dans les vides, se trouve alternativement dans des conditions opposées et telles qu'il rend lumineuse la couche de gaz très-raréfiée qu'il traverse, ou la laisse obscure suivant ces conditions: le courant électrique paraît ainsi doué d'un caractère de périodicité remarquable.

« Comme les deux lumières stratifiées sont séparées par une couche obscure dans la plupart des vides, j'ai pensé que peut-être, en approchant les deux boules l'une de l'autre, je parviendrais à éteindre l'une des deux lumières électriques. L'expérience confirme cette prévision lorsqu'elle est faite dans le vide opéré sur l'air ; c'est la lumière rouge qui disparaît complétement, tandis que la lumière violette se ravive, au contraire. Dans le vide fait sur le fluorure de silicium, on fait disparaître la lumière du pôle positif, et l'on ravive et la lumière jaune du pôle négatif, et les anneaux pourpres

[1] Après avoir constaté expérimentalement le phénomène de stratification, j'ai fait part à M. Ruhmkorff de ce que j'avais découvert, et je l'ai prié d'achever la construction de ma machine électrique, pour me permettre d'examiner de suite le phénomène dans tous les vides possibles. Sur ces indications, sans connaître ni comment j'avais éliminé les illusions d'optique ni par quelles expériences j'avais été conduit à étudier les différents vides, M. Ruhmkorff a trouvé de lui-même, en essayant la machine qu'il disposait pour moi, et en opérant avec le vide fait sur un mélange d'air et de vapeurs d'alcool, l'un des vides qui montrent facilement le phénomène de stratification, quoique toutes les illusions d'optiques ne soient pas éliminées.



qui l'entourent; mais par un rapprochement des boules plus prononcé, on voit la lumière négative s'affaiblir, et des anneaux pourpres se développer autour de la boule positive.

« En cherchant quelle peut être la cause de ces variations d'éclat, j'ai été amené à faire des expériences sur la conductibilité électrique des vides. Dans l'un des conducteurs qui portent l'électricité au récipient, j'ai interposé un galvanomètre convenable. Tant que le vide n'est pas suffisamment avancé, le galvanomètre n'indique rien, en sorte que dans ces conditions le gaz raréfié isole l'électricité de la machine. Lorsque le vide est tel que les décharges successives donnent l'apparence d'une lumière continue, l'aiguille du galvanomètre se dévie et indique l'existence d'un courant électrique; sa déviation augmente de plus en plus à mesure qu'on raréfie davantage le gaz; lorsque la lumière violette est bien développée sur la boule négative et sur toute la longueur de sa tige, ce qui suppose un vide très-bien fait avec une excellente machine pneumatique, si l'on approche les deux boules du récipient l'une de l'autre, on voit l'aiguille du galvanomètre se dévier davantage, et de plus en plus à mesure que la proximité des boules opposées devient plus grande. Il résulte de ces expériences, que les différents vides obtenus avec les gaz sont conducteurs des courants électriques, et qu'ils offrent une résistance plus ou moins considérable, suivant leur nature, leur degré de perfection, et aussi suivant l'épaisseur de vide que l'on emploie. Il me sera facile, par ce procédé, d'examiner l'effet de la température sur la conductibilité électrique des gaz convenablement raréfiés.

« En étudiant les phénomènes de la lumière électrique dans les conditions que j'ai indiquées, on s'aperçoit par les variations qu'ils présentent, et aussi par les dépôts qui se forment sur les boules et sur les tiges, que les gaz très-raréfiés éprouvent sous l'influence de l'électricité des modifications particulières. Cette espèce d'électrochimie des vides m'a paru mériter une étude spéciale de ma part.



*Quelques observations à l'occasion des recherches de M. Quet,* par M. le prof. A. de la Rive.

Dans les expériences que j'avais faites avec M. le professeur Daniel Colladon, il y a environ quatre ans, en faisant passer une succession de décharges provenant d'une machine hydro-électrique d'Armstrong à travers un ballon rempli successivement de divers gaz plus ou moins raréfiés, j'avais observé qu'il existait entre les divers gaz des différences notables de conductibilité, que cette conductibilité était augmentée par le degré de raréfaction des gaz, l'élévation de sa température et la quantité absolue de vapeurs acqueuses qu'il renfermait. Je faisais usage, pour déterminer l'intensité du courant transmis, et par conséquent le degré de conductibilité du milieu qu'il était appelé à traverser, d'un galvanomètre à tours bien isolés, imaginé par M. Colladon pour les courants produits par les machines électriques. La série des charges passait dans le ballon à travers la couche gazeuse variable, entre une boule et une pointe de platine. Je n'avais point encore publié ces recherches, espérant toujours les reprendre pour les compléter.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

9. — Esquisses orographiques de la chaîne du Jura, par Thurmann. Première partie, renfermant l'Esquisse topographique du Jura oriental, par Froté. Porentruy, 1852. Broch. in 4°, 17 p.

On se rappelle le succès justement mérité, que les Essais sur les soulèvements jurassiques obtinrent lorsqu'ils parurent, et l'impression éminemment favorable que cette publication a laissée dans le monde scientifique, est d'un heureux augure pour un nouvel ouvrage du même auteur.

Ce nouvel ouvrage est une ***esquisse d'ensemble*** de l'orographie du Jura. L'auteur a profité de toutes les données géologiques déjà publiées sur le Jura bâlois, bernois, zurichois, neuchâtelois, vaudois, sur les environs d'Aix-les-Bains, de Sainte-Croix, de

Lons-le-Saunier, etc., et de toutes les notes inédites qu'il a pu obtenir. Elles sont nombreuses, car depuis quelques années le goût de la géologie semble avoir envahi les habitants et les voisins de cette chaîne.

En effet, cette vaste ceinture qui enveloppe la Suisse, du Dauphiné au Rhin, est bien digne d'être exploitée. Son avenir semble brillant au point de vue de la géologie. Riche en fossiles, elle pourra fournir de belles collections, et plus riche encore en considérations géogéniques, elle paraît destinée à illustrer certaines théories sur les dislocations de la croûte du globe.

Il est démontré que la volcanicité ou la force qui, venant de l'intérieur du globe, modifie sa surface extérieure, a produit des soulèvements à différentes époques de l'histoire de la terre. Les soulèvements forment la plupart des chaînes de montagnes. Mais cette force n'a-t-elle agi que de bas en haut, et n'a-t-elle jamais exercé d'action horizontalement à la surface du globe, de manière à produire des refoulements latéraux? C'est une question importante à résoudre, et qui n'est pas sans difficultés, parce que si l'on cherche à se représenter la manière dont un refoulement latéral peut plisser les terrains de la surface du globe, on verra qu'il doit donner naissance à des exhaussements du sol à fort peu de chose près, semblables à ceux qui résultent de l'action de la force normale agissant de bas en haut. Il est donc très-diffiicle, dans certains cas, de reconnaître, au moyen de la forme de la montagne, quelle en a été l'origine.

La netteté et la régularité remarquable des dislocations du sol du Jura rendent cette chaîne bien propre à éclaircir cette étude en Europe. Dans l'Amérique du Nord ce même genre d'observation peut être fait dans la longue chaîne des Alléghanys. D'après M. Rogers, ces montagnes paraissent aussi devoir leur structure à des refoulements latéraux. Les Alléghanys et le Jura ont de grandes analogies dans leur structure, et ils diffèrent l'un et l'autre notablement des autres chaînes de montagnes. Depuis longtemps on a eu l'idée de rechercher, dans les chaînons parallèles de la dernière de ces deux chaînes, des preuves de refoulements latéraux.

M. Marcou a formulé cette opinion avec assez de précision, en cherchant à démontrer que les Alpes avaient eu une influence notable sur la forme du Jura, dans les parties de cette chaîne qui leur étaient voisines; mais que déjà, dans les plateaux placés entre Salins, Lons-le-Saunier et Saint-Amour, l'influence des Alpes était nulle.

Mais la question se complique à mesure que l'on observe; car si l'on admet l'influence des Alpes sur le versant oriental et méridional de la partie moyenne de la chaîne, il faut admettre également l'influence du soulèvement des roches cristallines de la Forêt-Noire sur le versant nord du Jura septentrional, puisque, près de Densburen, en Argovie, on trouve des renversements de terrains assez considérables pour faire reposer des terrains jurassiques moyens sur des terrains tertiaires, et cependant entre la Forêt-Noire et ce renversement s'étendent de grands plateaux presque horizontaux.

On voit donc qu'il n'est pas facile de savoir jusqu'à quel point les refoulements horizontaux ont eu de l'influence sur la chaîne du Jura. Il est probable que l'ouvrage que nous avons sous les yeux aura de l'intérêt à ce point de vue; malheureusement l'échelle de la carte, qui est au 200,000me, nous paraît bien petite. En effet, nous avons eu quelquefois de la peine à rendre la structure géologique du Jura septentrional sur la carte de Michaëlis, qui est quatre fois plus grande. Il en résulte qu'à une petite échelle les subdivisions dans les terrains ne peuvent être nombreuses, et qu'on est souvent en doute sur les limites de terrains tracés sur la carte. Cependant l'intention de l'auteur est bien remplie, en ce que cette carte donne une impression d'ensemble de toute la partie du Jura comprise entre le Rhin et Neuchâtel. Les quinze coupes et les douze aspects géologiques ou espèces de vues, prises dans cette partie du Jura, sont tracées un peu à grands traits, à ce qu'il nous paraît, mais ils font bien ressortir certains détails importants. Les coupes sont accompagnées des cotes de hauteur; rien n'est négligé pour atteindre le but, savoir, la connaissance orographique du Jura. Mais il nous est impossible de ne pas regretter que l'auteur ne se

soit pas proposé l'étude complète du Jura au point de vue géologique, géogénique et paléontologique. A. F.

---

10. — NOTE SUR LA FORME DES CRISTAUX OBTENUS PAR LA CONDENSATION LENTE DE LA VAPEUR DE SOUFRE AU-DESSOUS DE 80 DEGRÉS, par M. DAUBRÉE. (*Annales des Mines*, 1852, I, p. 121.)

Dans une fabrique située aux Contades, près de Strasbourg, on prépare de l'acide sulfurique par le procédé anglais; le fourneau est presque entièrement construit en briques, mais cependant l'une des parois est en argile sablonneuse. Dans cette paroi l'on rencontre fréquemment des veines de soufre amorphe et des cristaux de soufre, qui ont la même forme que les cristaux naturels, et dans la même fissure ils sont tous orientés de la même manière comme dans les échantillons de la solfatare de Pouzzoles, avec lesquels ils présentent une ressemblance telle, que l'œil du minéralogiste serait trompé par cette sorte de contrefaçon. — Ce soufre ne peut s'être insinué dans les fissures de l'argile qu'à l'état de vapeur, et la température de la place de la paroi où il est déposé ne dépasse pas 80 degrés; dans les portions plus chaudes de cette même paroi le soufre passe à l'état de fusion et ne présente rien de particulier. En résumé, cette observation peut être utilisée pour obtenir des cristaux distincts par la condensation de certaines vapeurs, en les laissant filtrer avec lenteur dans une masse d'argile poreuse, dont la température décroît graduellement. Cette formation paraît indiquer la manière dont se forment les cristaux naturels, et nous ajouterons qu'en particulier elle semble bien représenter l'origine des soufres de la Sicile. Les soufrières placées dans le centre de ce pays, telles que celles des environs de Caltanisetta, de Serra-di-Falco, de San-Cataldo, etc., sont formées de filons ou de rognons de soufre placés dans les fissures des marnes (*creta*) qui occupent la surface du pays; on y voit des soufres cristallisés compactes et concrétionnés en couches concentriques, ce qui fait dire aux gens du pays que ce sont des fragments d'arbres changés en soufre. Ces

marnes, dont la grande masse est plus ou moins blanchâtre, et qui présentent quelquefois la ténacité d'un calcaire, sont noires, brillantes, et offrent des surfaces polies au contact du soufre. Les ouvriers considèrent cet aspect particulier des marnes comme étant un indice du soufre. A. F.

---

11. — Mesure du delta du Tibre, par M. Rozet.

On a toujours attaché de l'importance à mesurer l'augmentation des deltas des fleuves. Elle atteste, en effet, la dégradation des continents, et l'on a cru pouvoir s'en servir comme d'un chronomètre pour chercher à fixer le commencement de l'époque actuelle. M. Élie de Beaumont, en discutant les diverses mesures connues, en a conclu que « l'époque actuelle, qui est à la fois l'ère des dunes et l'ère des deltas, ne remonte qu'à une époque assez peu éloignée de nous. »

Pour ne parler que des fleuves qui se jettent dans la Méditerranée, nous rappellerons que M. de Prony a trouvé que le delta du Pô s'était avancé de 70 mètres par an, dans les deux derniers siècles. Le delta du Rhône paraît s'avancer de 50 mètres par année, suivant les uns, ou de 68 mètres, suivant d'autres. Enfin M. Rozet, qui, tout dernièrement, a mesuré le delta du Tibre, a trouvé un avancement de $3^{m},903$ en moyenne par an, chiffre qui se rapproche beaucoup de celui fourni par le Nil, dont les bouches ne s'avancent que de 4 mètres par année. Dans la même localité, M. Rozet a observé que la marée de la Méditerranée varie de $0^{m},25$ à $0^{m},30$. (*Acad. des sciences de Paris,* 27 décembre 1852.)

## ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

12. — De l'influence de la température sur les altérations des fibres nerveuses coupées, par M. Waller. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 16 et du 18 octobre 1852.)

Les observations de M. Waller ont été faites sur des grenouilles, les unes maintenues dans de l'eau à 17°, les autres dans

de l'eau entre 0 et 7°. Au bout de très-peu de jours les fibres nerveuses coupées des grenouilles de la première catégorie présentaient une altération très-évidente, la substance médullaire offrait des fissures et des solutions de continuité: le galvanisme enfin ne déterminait plus que de très-faibles contractions. Au bout de neuf jours le nerf avait perdu toute son excitabilité.

Les grenouilles de la seconde catégorie ont présenté des résultats très-différents ; en effet, quarante jours après l'opération, les nerfs ne présentaient aucune altération, et l'excitabilité du nerf moteur bien loin d'être diminué était au contraire considérablement augmentée. M. Waller a pu constater aussi que l'abaissement de température arrêtait subitement l'altération des nerfs qui avaient déjà subi un commencement de dégénération.

M. Waller a enfin constaté des faits analogues sur des mammifères d'âges différents, c'est-à-dire que l'altération se manifeste d'autant plus vite que l'animal est plus jeune. Tous ces phénomènes s'expliquent aisément en remarquant que la température excite les actions chimiques et vitales qui s'accomplissent dans les corps organisés, et en particulier l'absorption des parties inutiles, et que, par conséquent, un abaissement dans la température doit amener un ralentissement dans toutes les fonctions.

13. — DES KYSTES DERMOÏDAUX ET OVARIENS, LOI D'HÉTÉROTOPIE PLASTIQUE, par M. LEBERT. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 15 novembre 1852.)

On trouve quelquefois soit dans les ovaires, soit dans diverses parties du corps, des tumeurs dont l'organisation interne peut montrer un épiderme, un derme, des glandes sébacés et sudoripares, de la graisse, des poils, des os et enfin des dents. On a pris souvent ces productions comme le résultat d'une conception anormale, ou d'une inclusion fœtale. M. Lebert ne pense pas de même, et il croit que toutes ces productions sont dues à une loi d'organisation particulière qu'il appelle loi d'hétérotopie plastique, d'après laquelle beaucoup de tissus simples ou composés, des organes com-



plexes même, peuvent se former de toutes pièces dans des parties du corps, où à l'état normal on ne les rencontre point.

L'opinion de M. Lebert repose sur l'analyse de 188 observations, 59 de ces kystes ont été trouvés sous la peau, dans le scrotum, et dans des parties profondes viscérales, les autres ont été observés dans les ovaires.

En général, dans les kystes superficiels on ne trouve que des poils et de la graisse, dans les kystes scrotaux, on trouve en outre du cartilage et des os, dans les kystes viscéraux enfin on trouve aussi des dents.

Dans les kystes ovariens, les os ont été trouvés incrustés dans les parois servant de périoste, ce qui fait rentrer leur production dans les lois d'ostéogénie établis par M. Flourens, quant aux dents elles étaient implantés tantôt dans des os, tantôt dans des capsules situées dans la membrane d'enveloppe, tantôt elles étaient libres. Quant à leur nombre, il était très-variable. Dans les trois quarts des cas, on n'a pas trouvé plus de quatre de ces organes, dans quelques cas on a compté six. Une fois on en a trouvé quarante-quatre, une autre fois cent, une autre fois enfin trois cents. Du reste, jamais rien de fixe dans la qualité et l'ordre de ces dents.

---

14. — Recherches sur les polygénèses monoovairiennes, par M. Lesauvage. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 15 novembre 1852.)

Il résulte des observations de M. Lesauvage :

1° Qu'il existe dans les ovaires des ovules monoembryonnaires et des ovules polyembrionnaires, donnant par leur développement des embryons multiples renfermés dans une même cloison.

2° Que la fécondation n'a aucune influence sur la détermination des sexes, car les ovules polyembryonnaires ont toujours donné par leur développement des embryons de même sexe, et cependant ils ont été fécondés individuellement et séparément.

3° Que, par conséquent, il existe dans l'ovaire des ovules mâles et des ovules femelles, antérieurement à toute fécondation.

---



# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1852.

Le 1er, à 5 h. du matin, beau halo lunaire.

» 3, à 6 h. du matin, halo lunaire; gelée blanche. Halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

» 8, l'eau déposée dans le pluviomètre par le brouillard dans les journées du 5, du 6 et du 7, s'élevait à $2^{mm},2$; à 4 h. 47 m. un coup de tonnerre du côté du Sud.

» 10, gelée blanche.

» 11, gelée blanche.

» 22, à 9 h. du soir, halo lunaire.

» 23, à 10 h. du soir, couronne lunaire.

» 24, à 7 h. du soir, couronne lunaire.

» 26, le vent du Midi commence à souffler avec force à 11 h. 40 m. Température à 10 h. du matin $+ 7^{\circ},45$; temp. à midi $+ 12^{\circ},30$.

» 27, gelée blanche; couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | EAU dans les 24 h | VENT dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Limnimètre à midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | | | | |
| | millim | millim | millim | millim | | | | | | | | | | | mm | | | pouces. |
| 1 | 725,77 | 726,00 | 725,34 | 72[illegible],35 | + 2,9 | + 5,4 | + 5,7 | + 5,2 | + 2,0 | + 6,0 | 0,97 | 0,86 | 0,81 | 0,81 | » | N. 1 | 0,98 | 36,0 |
| 2 | 725,68 | 725,84 | 726,01 | 727,54 | + 5,0 | + 5,5 | + 5,4 | + 4,0 | + 2,6 | + 5,8 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,89 | » | N. 1 | 0,98 | 36,0 |
| 3 | 729,45 | 730,07 | 730,54 | 731,61 | + 0,2 | + 4,7 | + 5,1 | + 2,4 | + 0,1 | + 5,3 | 0,99 | 0,83 | 0,83 | 0,92 | » | SO. 1 | 0,89 | 34,0 |
| 4 | 732,76 | 733,13 | 732,42 | 733,09 | + 1,3 | + 6,5 | + 5,2 | + 1,7 | + 0,4 | + 8,5 | 0,98 | 0,77 | 0,85 | 0,99 | » | variab. | 0,42 | 34,0 |
| 5 | 733,83 | 733,21 | 732,15 | 732,73 | - 2,3 | + 4,4 | + 3,9 | + 0,2 | - 2,6 | + 7,5 | 1,00 | 0,87 | 0,99 | 1,00 | » | variab. | 0,46 | 33,0 |
| 6 | 730,63 | 729,51 | 728,07 | 728,09 | - 2,4 | - 0,3 | + 1,2 | + 0,2 | - 2,6 | + 2,2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | » | variab. | 1,00 | 32,0 |
| 7 | 726,77 | 725,68 | 724,49 | 724,24 | - 1,5 | + 0,7 | + 2,6 | - 0,1 | - 2,1 | + 3,5 | 1,00 | 0,89 | 1,00 | 1,00 | » | variab. | 1,00 | 32,0 |
| 8 | 720,52 | 719,39 | 718,34 | 722,71 | + 2,7 | + 5,3 | + 6,1 | + 8,0 | - 0,6 | + 8,3 | 1,00 | 0,94 | 0,94 | 0,68 | 7,2 | variab. | 0,96 | 32,0 |
| 9 | 725,65 | 725,67 | 724,26 | 725,64 | + 8,0 | +10,1 | + 9,3 | + 8,0 | + 6,1 | +11,4 | 0,60 | 0,58 | 0,61 | 0,69 | » | SSO. 1 | 0,81 | 32,0 |
| 10 | 725,55 | 725,66 | 725,22 | 726,20 | + 1,0 | + 8,6 | + 7,6 | + 3,2 | + 0,4 | +10,8 | 0,97 | 0,64 | 0,71 | 0,92 | » | SSO. 1 | 0,61 | 32,0 |
| 11 | 728,01 | 727,86 | 727,74 | 727,96 | - 1,3 | + 7,3 | + 6,1 | + 1,4 | - 1,6 | + 9,6 | 1,00 | 0,74 | 0,94 | 0,96 | » | variab. | 0,16 | 32,0 |
| 12 | 728,[illegible]0 | 727,62 | 726,28 | 726,56 | - 0,4 | 0,0 | 0,0 | - 0,4 | - 1,7 | + 1,2 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | » | NE. 1 | 1,00 | 31,0 |
| 13 | 725,70 | 724,79 | 723,52 | 723,30 | - 1,6 | 0,0 | + 0,8 | 0,0 | - 2,1 | + 1,1 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 1,00 | » | SO. 1 | 1,00 | 32,0 |
| 14 | 722,30 | 722,09 | 721,68 | 722,07 | - 0,6 | + 3,0 | + 3,8 | + 3,6 | - 1,2 | + 4,4 | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,99 | 2,2 | variab. | 1,00 | 32,0 |
| 15 | 718,35 | 717,58 | 715,55 | 714,91 | + 3,7 | + 9,6 | +10,0 | + 7,8 | + 3,2 | +11,0 | 0,96 | 0,75 | 0,70 | 0,93 | 5,3 | variab. | 0,91 | 31,0 |
| 16 | 720,83 | 723,23 | 724,64 | 724,27 | + 6,3 | + 8,2 | + 7,1 | + 3,4 | + 1,2 | +10,1 | 0,78 | 0,64 | 0,71 | 0,90 | » | SSO. 1 | 0,30 | 32,0 |
| 17 | 725,07 | 724,27 | 723,48 | 724,41 | + 5,0 | +10,4 | + 7,6 | + 6,2 | + 0,9 | +10,8 | 0,94 | 0,52 | 0,73 | 0,76 | 8,5 | SSO. 2 | 0,98 | 32,0 |
| 18 | 724,04 | 727,65 | 730,19 | 734,62 | + 7,4 | + 8,4 | + 7,3 | + 6,4 | + 3,9 | + 8,7 | 0,83 | 0,82 | 0,69 | 0,65 | 6,7 | SSO. 1 | 0,86 | 32,0 |
| 19 | 736,28 | 736,41 | 735,96 | 736,26 | + 3,9 | + 4,8 | + 4,3 | + 0,4 | - 0,6 | + 5,5 | 0,85 | 0,73 | 0,75 | 0,97 | » | NNE. 1 | 0,69 | 32,0 |
| 20 | 735,35 | 734,83 | 733,57 | 734,23 | - 2,0 | + 2,4 | + 1,6 | - 0,3 | - 2,8 | + 5,4 | 0,99 | 0,90 | 1,00 | 1,00 | » | SSO. 1 | 0,70 | 31,0 |
| 21 | 732,29 | 731,14 | 728,71 | 727,14 | - 4,3 | - 0,6 | + 0,5 | - 1,8 | - 4,4 | + 0,5 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 1,00 | » | SSO. 1 | 1,00 | 30,0 |
| 22 | 724,25 | 724,68 | 723,96 | 723,86 | - 1,4 | + 2,0 | + 3,0 | + 2,0 | - 2,4 | + 3,8 | 1,00 | 0,98 | 0,98 | 0,99 | » | S. 1 | 0,92 | 31,0 |
| 23 | 721,44 | 720,96 | 721,49 | 722,79 | + 1,4 | + 5,8 | + 4,8 | + 3,4 | + 0,9 | + 7,1 | 0,97 | 0,84 | 0,87 | 0,96 | 1,7 | S. 1 | 0,81 | 30,0 |
| 24 | 728,14 | 730,28 | 731,58 | 732,60 | + 1,7 | + 4,8 | + 5,0 | + 0,5 | 0,0 | + 8,4 | 0,99 | 0,88 | 0,80 | 0,98 | » | S. 1 | 0,68 | 30,0 |
| 25 | 734,16 | 733,44 | 731,82 | 731,74 | - 0,9 | + 5,6 | + 6,4 | + 1,1 | - 1,9 | + 8,6 | 1,00 | 0,74 | 0,60 | 0,82 | » | S. 1 | 0,50 | 30,0 |
| 26 | 731,05 | 730,00 | 729,33 | 729,01 | + 4,3 | +12,3 | +10,9 | + 6,7 | - 0,4 | +15,0 | 0,74 | 0,60 | 0,65 | 0,73 | » | SSO. 2 | 0,38 | 30,0 |
| 27 | 726,37 | 725,75 | 724,65 | 724,21 | + 5,0 | +15,6 | +11,6 | +10,0 | + 2,7 | +14,1 | 0,75 | 0,48 | 0,57 | 0,54 | » | S. 1 | 0,51 | 29,0 |
| 28 | 722,00 | 721,33 | 721,63 | 724,59 | + 9,2 | +12,8 | +10,4 | + 7,6 | + 6,8 | +15,1 | 0,66 | 0,46 | 0,76 | 0,94 | 7,5 | SO. 1 | 0,94 | 29,0 |
| 29 | 728,39 | 728,69 | 729,05 | 729,53 | + 5,4 | + 7,8 | + 8,4 | + 2,7 | + 1,2 | + 8,3 | 0,97 | 0,78 | 0,85 | 1,00 | » | N. 1 | 0,72 | 29,0 |
| 30 | 731,52 | 732,64 | 732,47 | 733,24 | - 1,4 | + 2,2 | + 2,3 | + 1,7 | - 1,8 | + 3,4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | » | S. 1 | 1,00 | 29,0 |
| 31 | 734,98 | 734,68 | 734,60 | 735,27 | 0,0 | + 0,6 | + 0,6 | - 0,1 | - 1,0 | + 1,4 | 1,00 | 0,97 | 1,00 | 1,00 | » | variab. | 1,00 | 28,0 |

## Moyennes du mois de Décembre 1852.

| | 6h.m. | 8h.m. | 10h.m. | Midi. | 2h.s. | 4h.s. | 6h.s. | 8h.s. | 10h.s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | *Baromètre.* | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 727,30 | 727,66 | 727,93 | 727,42 | 726,66 | 726,70 | 727,34 | 727,72 | 727,69 |
| 2e » | 726,01 | 726,42 | 727,06 | 726,63 | 726,28 | 726,26 | 726,53 | 726,86 | 726,87 |
| 3e » | 728,44 | 728,60 | 729,09 | 728,51 | 727,97 | 728,12 | 728,28 | 728,54 | 728,78 |
| Mois... | 727,29 | 727,59 | 728,06 | 727,55 | 727,00 | 727,06 | 727,41 | 727,73 | 727,81 |
| | | | | | *Température.* | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | + 1,42 | + 1,49 | + 3,00 | + 5,09 | + 5,70 | + 5,21 | + 4,32 | + 3,28 | + 2,52 |
| 2e » | + 2,18 | + 2,04 | + 3,46 | + 5,41 | + 5,16 | + 4,86 | + 3,73 | + 2,85 | + 2,27 |
| 3e » | + 1,51 | + 1,55 | + 3,66 | + 6,08 | + 6,72 | + 5,79 | + 4,38 | + 3,07 | + 2,38 |
| Mois... | + 1,70 | + 1,69 | + 3,38 | + 5,55 | + 5,89 | + 5,30 | + 4,15 | + 3,07 | + 2,39 |
| | | | | | *Tension de la vapeur.* | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 4,70 | 4,74 | 5,00 | 5,35 | 5,47 | 5,60 | 5,40 | 5,14 | 4,98 |
| 2e » | 4,96 | 5,00 | 5,28 | 5,36 | 5,32 | 5,43 | 5,33 | 5,15 | 4,99 |
| 3e » | 4,66 | 4,70 | 4,99 | 5,39 | 5,44 | 5,53 | 5,38 | 5,16 | 4,77 |
| Mois.... | 4,77 | 4,81 | 5,09 | 5,37 | 5,42 | 5,52 | 5,37 | 5,15 | 4,91 |
| | | | | | *Fraction de saturation.* | | | | |
| 1re décade, | 0,93 | 0,93 | 0,89 | 0,82 | 0,81 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,91 |
| 2e » | 0,92 | 0,94 | 0,90 | 0,79 | 0,81 | 0,84 | 0,89 | 0,92 | 0,92 |
| 3e » | 0,91 | 0,92 | 0,86 | 0,79 | 0,77 | 0,82 | 0,87 | 0,91 | 0,89 |
| Mois.. . | 0,92 | 0,93 | 0,88 | 0,80 | 0,80 | 0,84 | 0,88 | 0,90 | 0,91 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | + 0,37 | + 6,93 | 0,81 | 7,2 | 33,3 |
| 2e » | - 0,08 | + 6,78 | 0,78 | 22,7 | 31,7 |
| 3e » | - 0,03 | + 7,61 | 0,75 | 9,2 | 29,5 |
| Mois.... | + 0,08 | + 7,12 | 0,78 | 39,1 | 31,5 |

Dans ce mois, l'air a été calme 10 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,34 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 31°,3 O. et son intensité est égale à 43 sur 100.

# OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES
## FAITES A GENÈVE EN DÉCEMBRE 1852.

| DÉCLINAISON ABSOLUE. | | |
|---|---|---|
| Jours. | 7h45m du mat. | 1h45m du soir. |
| 1 | 17° 58′,91 | 17°59′,92 |
| 2 | 55,25 | 57,55 |
| 3 | 62,77 | 59,55 |
| 4 | 54,68 | 58,64 |
| 5 | 53,86 | 59,82 |
| 6 | 54,24 | 62,99 |
| 7 | 54,83 | 58,05 |
| 8 | 55,68 | 59,25 |
| 9 | 54,85 | 59,67 |
| 10 | 56,09 | 65,37 |
| 11 | 55,63 | 58,80 |
| 12 | 55,62 | 56,04 |
| 13 | 56,90 | 57,00 |
| 14 | 57,76 | 56,77 |
| 15 | 55,06 | 58,70 |
| 16 | 54,38 | 58,18 |
| 17 | 54,44 | 57,84 |
| 18 | 54,29 | 58,52 |
| 19 | 54,75 | 59,03 |
| 20 | 53,79 | 58,01 |
| 21 | 53,61 | 57,15 |
| 22 | 53,27 | 56,83 |
| 23 | 54,46 | 57,84 |
| 24 | 54,05 | 59,45 |
| 25 | 53,46 | 58,43 |
| 26 | 56,70 | 59,00 |
| 27 | 54,43 | 57,93 |
| 28 | 54,36 | 58,27 |
| 29 | 58,20 | 57,63 |
| 30 | 54,89 | 57,95 |
| 31 | 53,08 | 57,83 |
| Moyennes | 17° 55′,30 | 17°58′,58 |

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1852.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois : 0m,510, répartie comme suit :

| | mm |
|---|---|
| le 1 . . . . . . . . | 320 |
| le 2 . . . . . . . . | 320 |
| le 8 . . . . . . . . | 140 |
| le 14 . . . . . . . | 50 |
| le 15 . . . . . . . | 270 |
| le 16 . . . . . . . | 55 |
| le 17 . . . . . . . | 320 |
| le 18 . . . . . . . | 340 |
| le 28 . . . . . . . | 35 |

Le 5, halo solaire à 2 h. après midi.
» 21, halo lunaire à 5 h du soir.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | | …GRÉS CENTIGRADES. …m. | …mur. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | HYGROMÈTRE. 8h.m. | Midi. | 4 h.s. | 8 h.s | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 562,79 | 563,37 | 562,96 | 562,69 | − 3,5 | − 2,0 | − 2,0 | − 3,0 | − 6,0 | − 1,5 | 90 | 86 | 89 | 83 | 26 3 | SO. 1 | 1,00 |
| 2 | 562,79 | 561,83 | 562,46 | 562,79 | − 1,0 | 0,0 | − 1,0 | − 2,5 | − 4,0 | + 1,5 | 90 | 87 | 83 | 86 | 25,1 | variab | 1,00 |
| 3 | 563,45 | 564,25 | 564,40 | 565,80 | − 6,4 | − 4,7 | − 4,7 | − 5,5 | − 8,0 | − 1,0 | 85 | 83 | 82 | 81 | » | NE. 1 | 0,52 |
| 4 | 567,45 | 567,92 | 568,32 | 568,87 | − 1,4 | 0,0 | − 0,1 | 0,0 | − 7,0 | + 2,0 | 83 | 79 | 83 | 82 | » | NE. 1 | 0,06 |
| 5 | 570,90 | 571,35 | 571,35 | 571,45 | + 1,4 | + 1,9 | + 3,0 | + 2,0 | − 0,5 | + 5,5 | 84 | 80 | 79 | 75 | » | NE. 1 | 0,00 |
| 6 | 569,91 | 569,41 | 568,55 | 568,07 | + 0,9 | + 3,2 | 0,0 | − 0,2 | − 1,6 | + 5,3 | 80 | 82 | 78 | 79 | » | NE. 1 | 0,18 |
| 7 | 566,41 | 565,83 | 564,87 | 564,11 | + 0,8 | + 1,9 | + 0,5 | − 0,5 | − 2,0 | + 3,9 | 83 | 83 | 84 | 87 | » | SO. 1 | 0,00 |
| 8 | 561,59 | 560,42 | 559,37 | 559,29 | − 7,0 | − 5,7 | − 6,9 | − 5,5 | − 9,8 | − 3,5 | 89 | 86 | 88 | 86 | 11,8 | SO. 2 | 0,86 |
| 9 | 561,37 | 561,94 | 562,81 | 563,53 | − 8,5 | − 5,3 | − 4,4 | − 3,9 | −10,3 | − 1,1 | 80 | 78 | 83 | 83 | » | NE. 2 | 0,28 |
| 10 | 563,61 | 563,98 | 563,78 | 564,24 | − 2,9 | − 2,5 | − 3,9 | − 4,8 | −11,0 | − 1,0 | 87 | 88 | 87 | 90 | » | SO. 1 | 0,31 |
| 11 | 564,80 | 565,06 | 565,88 | 566,32 | − 3,6 | − 2,8 | − 3,5 | − 4,0 | − 8,9 | − 1,4 | 87 | 85 | 89 | 85 | » | SO. 2 | 0,02 |
| 12 | 566,41 | 565,50 | 564,26 | 564,62 | − 5,7 | − 5,0 | − 6,3 | − 7,0 | − 8,4 | − 3,5 | 86 | 85 | 85 | 88 | » | SO. 2 | 0,30 |
| 13 | 563,42 | 563,08 | 562,43 | 562,16 | − 6,5 | − 5,5 | − 7,5 | − 9,5 | −10,0 | − 3,4 | 88 | 86 | 88 | 88 | » | SO. 2 | 0,79 |
| 14 | 561,59 | 561,05 | 560,75 | 560,95 | − 6,4 | − 6,1 | − 6,8 | − 6,6 | −10,2 | − 5,3 | 88 | 87 | 87 | 86 | 4,6 | SO. 2 | 1,00 |
| 15 | 559,24 | 558,40 | 557,19 | 556,69 | − 6,5 | − 5,5 | − 7,2 | − 7,0 | − 8,0 | − 5,5 | 88 | 83 | 85 | 86 | 22,8 | SO. 1 | 1,00 |
| 16 | 556,20 | 558,34 | 561,07 | 561,35 | − 6,5 | − 7,3 | − 8,6 | − 8,0 | −12,5 | − 4,8 | 84 | 82 | 84 | 82 | 4,0 | NE. 2 | 0,02 |
| 17 | 562,96 | 562,27 | 561,78 | 560,23 | − 0,8 | − 2,9 | − 6,3 | − 6,1 | − 6,8 | + 1,0 | 88 | 86 | 83 | 86 | 25,0 | NE. 1 | 0,96 |
| 18 | 559,13 | 560,59 | 563,18 | 567,07 | − 6,0 | − 6,3 | − 6,5 | − 7,5 | − 9,5 | − 5,2 | 85 | 83 | 84 | 84 | 30,0 | NE. 3 | 1,00 |
| 19 | 570,07 | 571,02 | 571,46 | 572,39 | − 5,8 | − 3,0 | − 0,6 | + 2,0 | −11,0 | + 2,0 | 73 | 78 | 69 | 73 | » | NE. 1 | 0,09 |
| 20 | 572,39 | 572,50 | 571,83 | 571,62 | + 3,0 | + 5,6 | + 2,0 | + 1,5 | − 1,2 | + 6,3 | 65 | 81 | 80 | 81 | » | SO. 1 | 0,23 |
| 21 | 569,35 | 567,98 | 567,14 | 565,87 | − 0,7 | 0,0 | − 0,4 | + 2,8 | − 3,0 | + 3,0 | 73 | 73 | 76 | 73 | » | calme. | 0,13 |
| 22 | 561,40 | 560,20 | 559,49 | 559,22 | − 3,9 | − 4,5 | − 7,0 | − 7,9 | − 8,0 | − 2,2 | 69 | 68 | 67 | 77 | » | NE. 2 | 0,81 |
| 23 | 557,34 | 557,23 | 557,35 | 558,32 | − 9,0 | − 5,9 | − 7,3 | − 8,8 | −11,0 | − 5,4 | 80 | 78 | 75 | 78 | » | NE. 2 | 0,29 |
| 24 | 562,04 | 564,01 | 565,51 | 567,36 | − 9,5 | − 8,5 | − 5,0 | − 4,0 | −12,1 | − 3,9 | 83 | 78 | 76 | 77 | » | NE. 2 | 0,29 |
| 25 | 569,87 | 569,65 | 569,24 | 569,34 | − 0,8 | + 1,2 | − 0,4 | − 2,8 | − 6,8 | + 1,8 | 75 | 75 | 80 | 82 | » | NE. 1 | 0,18 |
| 26 | 567,97 | 567,95 | 567,56 | 567,55 | − 2,3 | − 0,5 | − 2,0 | − 3,7 | − 4,0 | + 1,5 | 86 | 80 | 78 | 78 | » | calme. | 0,21 |
| 27 | 565,94 | 565,47 | 565,00 | 564,70 | − 4,0 | + 1,8 | − 3,5 | − 4,8 | − 6,1 | + 2,3 | 77 | 74 | 83 | 88 | » | SO. 1 | 0,24 |
| 28 | 562,41 | 561,29 | 561,17 | 561,60 | − 4,4 | − 7,2 | − 7,5 | − 6,9 | −10,8 | − 4,1 | 85 | 87 | 83 | 86 | 3,0 | SO. 2 | 0,70 |
| 29 | 564,03 | 564,75 | 565,45 | 566,68 | − 8,0 | − 4,6 | − 4,6 | − 3,1 | − 9,8 | − 2,2 | 84 | 85 | 85 | 82 | » | SO. 2 | 0,22 |
| 30 | 569,05 | 569,69 | 569,95 | 570,58 | + 0,1 | + 1,3 | + 1,6 | + 1,4 | − 4,2 | + 3,8 | 84 | 72 | 79 | 78 | » | calme. | 0,01 |
| 31 | 570,80 | 570,65 | 570,54 | 570,67 | + 0,4 | + 2,1 | + 0,4 | − 1,2 | − 3,8 | + 4,2 | 78 | 78 | 84 | 86 | » | calme. | 0,01 |

## Moyennes du mois de Décembre 1852.

### Baromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 564,62 | 565,03 | 565,34 | 565,03 | 564,90 | 564,89 | 564,92 | 565,08 | 565,15 |
| 2e » | 563,36 | 563,62 | 564,10 | 563,79 | 563,72 | 563,99 | 564,28 | 564,34 | 564,39 |
| 3e » | 565,13 | 565,47 | 565,84 | 565,35 | 565,13 | 565,31 | 565,57 | 565,63 | 565,76 |
| Mois ... | 564,39 | 564,73 | 565,12 | 564,74 | 564,60 | 564,75 | 564,94 | 565,04 | 565,12 |

### Température.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | − 3,21 | − 2,76 | − 2,58 | − 1,32 | − 0,70 | − 1,95 | − 2,41 | − 2,39 | − 2,92 |
| 2e » | − 5,43 | − 4,48 | − 4,40 | − 3,88 | − 4,32 | − 5,13 | − 5,68 | − 5,22 | − 5,82 |
| 3e » | − 4,44 | − 3,83 | − 3,60 | − 2,26 | − 2,37 | − 3,25 | − 3,70 | − 3,55 | − 3,65 |
| Mois... | − 4,36 | − 3,69 | − 3,53 | − 2,48 | − 2,46 | − 3,44 | − 3,92 | − 3,71 | − 4,12 |

### Hygromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 86,0 | 85,1 | 84,8 | 83,2 | 82,8 | 83,6 | 83,2 | 83,2 | 84.5 |
| 2e » | 85,9 | 83,2 | 84,4 | 83.6 | 83,2 | 83.4 | 83,6 | 83 9 | 83,9 |
| 3e » | 79,8 | 79,5 | 79,1 | 77,1 | 76.9 | 78,7 | 79,2 | 80.5 | 80,9 |
| Mois... | 83,8 | 82,5 | 82,7 | 81,2 | 80,9 | 81,8 | 81,9 | 82,5 | 83,0 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | | mm |
| 1re décade, | − 6,02 | + 1,01 | 0,42 | 63,2 |
| 2e » | − 8,65 | − 1,98 | 0,60 | 86,4 |
| 3e » | − 7,24 | − 0,11 | 0,31 | 3,0 |
| Mois... | − 7,30 | − 0,35 | 0,43 | 152,6 |

Dans ce mois, l'air a été calme 29 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,08 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 4 sur 100.

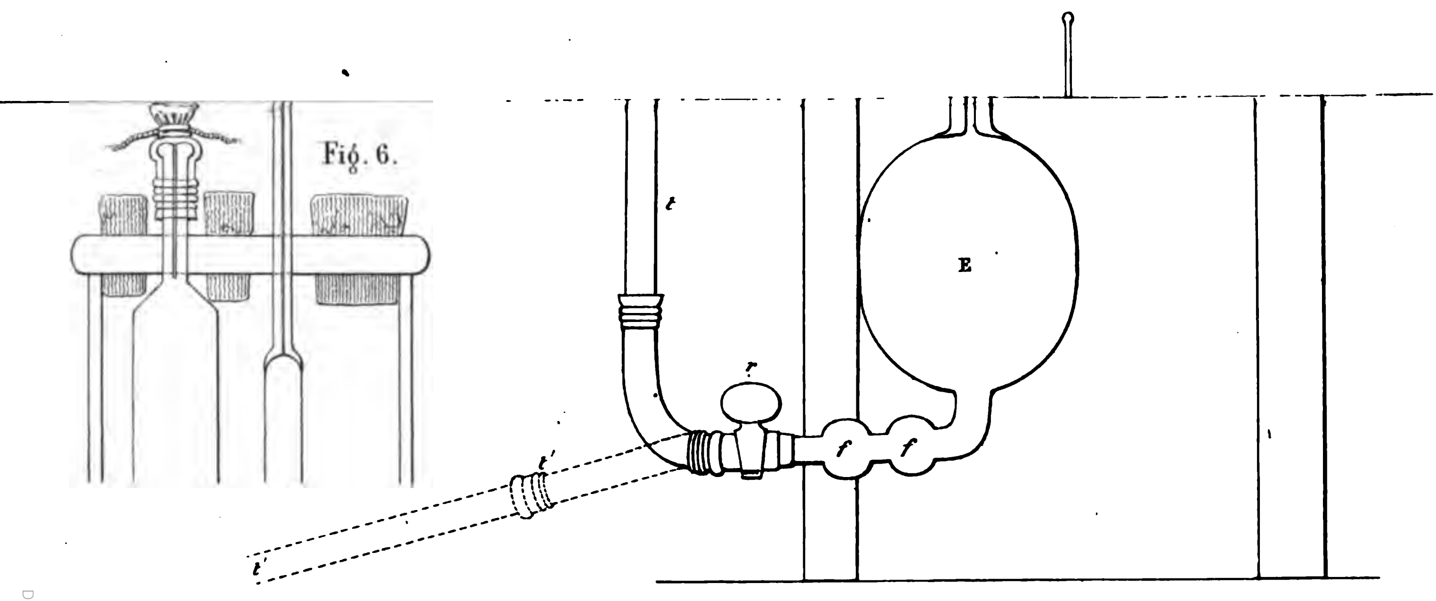


Fig. 6.

FÉVRIER 1852.

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## DES PROPRIÉTÉS ÉLECTROSCOPIQUES DU CIRCUIT VOLTAÏQUE, par M. le Dr KOHLRAUSCH [1].

Le point fondamental de la théorie de Ohm est que si on représente par un anneau un conducteur homogène et qu'une source d'électricité soit en A (*fig.* 1) en un point de cet anneau, de façon que les deux électricités se distribuent à gauche et à droite de cet anneau, il arrive que dans le même temps il passe des quantités égales d'électricité à travers chaque section de l'anneau. Si l'on admet que le passage du fluide d'une section à la suivante soit uniquement dû à la différence de tension électrique aux deux points, et que la quantité qui passe est proportionnelle à cette différence de tension, il doit en résulter que l'électricité positive provenant de A, et cheminant à la droite d'un point C pris dans la partie de l'anneau la plus éloignée de A, et la négative provenant aussi de A, mais cheminant à gauche de C, doivent l'une et l'autre posséder une tension d'autant moindre qu'elles se trouvent sur un point plus éloigné de A.

Le diagramme ci-joint (fig. 2) peut représenter la tension

[1] *Annales de Poggend.* et *Philos. Magaz.*, mai 1852.

en chaque point du circuit en supposant que l'anneau soit développé suivant la ligne droite AB, et qu'il soit homogène et de même diamètre dans toute son étendue. La ligne droite BB′ représente la série des tensions dans les points successifs du circuit, la tension particulière à chacun des points étant exprimée par l'ordonnée menée à ce point jusqu'à la ligne BB′. La loi de Ohm représentée par la formule $S = \frac{5}{13}$ est la conséquence de ce qui précède. En effet, si la force électromotrice AB + A′B′ demeure constante, plus AA′ sera longue, moins sera considérable l'inclinaison de BB′, et par conséquent la différence de tension de deux sections contiguës. Mais par hypothèse, cette différence est proportionnelle à la quantité du fluide qui passe d'une section à une autre, d'où il résulte que plus la longueur du circuit est grande, moins est considérable la quantité d'électricité qui traverse une section du conducteur dans un temps donné.

Si le conducteur AA′ est composé de substances qui offrent au passage de l'électricité une résistance plus considérable, tant que la longueur du conducteur demeure la même, la distribution de l'électricité n'éprouve aucun changement. Mais quoique la *force mouvante*, c'est-à-dire la différence de tension entre deux sections consécutives soit la même qu'auparavant, il passe dans le même temps une quantité d'électricité moins considérable d'une section à une autre que dans le cas du bon conducteur, c'est-à-dire que le courant est plus faible. Un allongement du bon conducteur produit exactement le même effet.

Ces divers résultats peuvent s'exprimer en disant que

la *force du courant est inversement proportionnelle à la résistance du circuit*, et si la force AA′ + BB′ est variable, tandis que la longueur et la nature du circuit ne changent pas, on peut en déduire la loi que *la force du courant est directement proportionnelle à la force électromotrice*.

Il y a encore un point à ajouter à la manière dont Ohm représente l'état électroscopique d'un circuit ; il s'agit du cas où le circuit se compose de deux conducteurs de nature ou de diamètres différents ajoutés bout à bout l'un à l'autre. Si la même quantité d'électricité traverse dans le même temps chaque section du circuit, il est clair que la différence de tension entre deux tranches consécutives ou entre les extrémités de la même unité de longueur, sera moindre pour la plus grande section, et qu'elle sera $\frac{1}{m}$ si la section est *m* fois plus grande, puisque la même quantité d'électricité se distribue sur *m* fois plus de points. La *chute électrique*, comme l'appelle Ohm, c'est-à-dire le décroissement de la longueur de l'ordonnée pour une abcisse égale à l'unité de longueur est donc moindre dans le cas d'un fil épais que d'un fil fin. La distribution de l'électricité dans un semblable circuit n'est plus graduellement décroissante, mais peut être représentée (*fig*. 3) par une ligne brisée facile à déterminer exactement. Dans le cas où la différence vient de la nature différente et non pas du diamètre différent des parties du circuit, d'après l'hypothèse d'Ohm, il est également vrai que la *chute électrique* est d'autant plus grande que la résistance est plus grande, de sorte qu'on peut établir la loi que *la chute électrique est proportionnelle directement à la résistance spécifique des métaux et inverse de la grandeur de leur section*.

M. Kohlrausch a vérifié par l'expérience ces diffé-



rents résultats théoriques, et il s'est servi dans ce but d'un électroscope muni d'un condensateur. L'électroscope consiste dans une aiguille d'argent très-mince de deux pouces de longueur, suspendue par un fil de verre de torsion ; un étrier également d'argent et de même longueur que l'aiguille, est disposé de façon que lorsqu'on le soulève, l'aiguille peut reposer en travers sur lui et partager avec lui son électricité. Dès que l'aiguille est de nouveau libre il y a répulsion entre elle et l'étrier et la tension du fil de verre paraît diminuer l'intensité de cette répulsion. Quant au condensateur, il est formé de deux disques de laiton séparés l'un de l'autre par trois petits bourrelets de gommelaque, placés à différents points de leur circonférence. Les deux plateaux sont isolés par des cordonnets de soie, et peuvent être séparés, après qu'ils ont été chargés, à une distance toujours la même l'un de l'autre; puis on met en communication avec l'électroscope au moyen d'un fil de cuivre isolé celui qui n'a pas été changé de place.

M. Kohlrausch a d'abord cherché s'il existe quelque relation entre la force électromotrice d'un élément voltaïque exprimée par Ohm dans sa formule par E et la tension de l'électricité aux deux pôles de l'élément. La force électromotrice des diverses combinaisons voltaïques a été déterminée par la méthode de Wheatstone, au moyen du rhéostat. Pour obtenir la tension aux deux pôles de l'élément, M. Kohlrausch, après l'avoir laissé agir pendant quelque temps, rompait brusquement le circuit, et mettait les extrémités des conducteurs respectivement en communication avec les plateaux du condensateur, puis il opérait avec le condensateur comme il a été indiqué. Le tableau suivant renferme les résultats des expériences faites d'après cette méthode :

| | Force électro-motrice. | Tension aux extrémités du circuit rompu. |
|---|---|---|
| 1° *Zinc et platine.* (*Zinc* dans le *sulfate de zinc* et *platine* dans de l'*acide nitrique* de 1.337). . . . . . . . . . . . . . . . . | 28.22 | 28.22 |
| 2° *Idem* avec de l'*acide nitrique* de 1.213. | 28.43 | 27.71 |
| 3° *Zinc et charbon.* (*Zinc* dans *sulfate de zinc* et *charbon* dans de l'*acide nitrique* de 1.213). . . . . . . . . . . . . . . . . | 26.20 | 26.15 |
| 4° *Zinc et cuivre.* (*Zinc* dans *sulfate de zinc* et *cuivre* dans *sulfate de cuivre*). . . . . | 18.83 | 18.88 |
| 5° *Argent et cuivre.* (*Argent* dans *cyanure de potassium* ou dans *chlorure de sodium* et *cuivre* dans *sulfate de cuivre*) . . . . | 14.08 | 14.27 |
| Le même une seconde fois après . . . . | 13.67 | 13.94 |
| Le même quelque temps après . . . . . . | 12.35 | 12.36 |

Ces expériences établissent ce résultat important, que *la force électromotrice est proportionnelle à la tension électrique qui existe aux deux extrémités d'un circuit au moment où il vient d'être rompu.*

Les expériences subséquentes ont pour but de déterminer les propriétés électroscopiques d'un simple circuit en activité. L'auteur regarde comme impossible, dans l'état actuel de la science, d'avoir un électromètre qui soit capable d'accuser la tension presque infiniment petite que possèdent les différents points d'un simple circuit, d'où résulte la nécessité d'appeler à son aide un condensateur. Voici comment on s'en sert. Un point *a* du circuit est mis en communication avec le plateau inférieur du condensateur qu'on peut mettre ou ne pas mettre lui-même en communication avec le sol (ce qui revient au même); le plateau supérieur est mis en communication avec un point *b* quelconque du circuit dont la ten-

sion détermine la charge électrique que prend l'appareil.

Voici le résultat d'expériences faites en mettant le point *a* en communication avec la terre et en le privant complétement ainsi de son électricité.

Les pôles de l'élément voltaïque ayant été unis par un long fil très-fin plié en zigzag, de manière que les jambes du zigzag fussent de même longueur, ou mit un point *a* en communication avec le sol, et on toucha un point *b* à une certaine distance de *a*, du côté du pôle positif, on obtint de l'électricité *positive*, et l'on eut de la *négative*, en touchant un point *b'* de l'autre côté de *a*; on obtenait toujours la même tension des deux côtés de *a*, pourvu que les points touchés fussent à la même distance de ce point *a*; la tension allait en augmentant, à mesure que cette distance devenait plus grande.

Dans une seconde expérience, les pôles furent unis par deux fils d'argent de même longueur, mais de diamètres différents, les deux fils étant soudés ensemble à la flamme de l'esprit-de-vin, de manière à n'en former qu'un seul. On trouva que dans chacun des deux fils il existait la même *chute électrique*. On vit de plus que, si l'on faisait communiquer avec le sol l'une des extrémités du fil fin, l'autre extrémité de ce fil accusait une tension *E*, le fil plus gros dans les mêmes circonstances manifestant une tension *e*; et l'on s'assura que le rapport de *E : e* était égal au rapport inverse des sections.

Dans une troisième expérience, les pôles étaient réunis par deux fils du même diamètre soudés bout à bout, l'un d'argentane, l'autre de cuivre, de telle sorte que le premier présentait une très-grande résistance au courant, et le second une très-faible; la résistance relative des deux fils ayant été déterminée préalablement par le rhéos-

tat, on trouva que les différences de tension entre les deux extrémités de chaque fil étaient entre elles comme leurs résistances respectives.

On peut résumer tous les résultats qui précèdent, en disant que *dans des fils de différente nature et de diamètres inégaux, la chute électrique est directement proportionnelle à la résistance spécifique des métaux et inverse de leurs sections*, loi qui est une vérification complète de l'hypothèse de Ohm.

Une quatrième expérience fut faite en vue de soumettre aux mêmes épreuves un conducteur liquide. Une auge pleine de sulfate de cuivre, dans lequel plongeaient deux plaques de cuivre, renfermait une cellule poreuse, remplie de sulfate de zinc avec lame de zinc immergée. Les deux plaques furent réunies par un fil. L'auge était divisée en parties égales, et on plongeait dans le liquide en différents points deux fils de cuivre dont l'un communiquait avec le sol et l'autre avec le plateau supérieur du condensateur. On trouva, comme avec le conducteur métallique, de part et d'autre du point qui communiquait avec le sol, des tensions positive et négative égales. M. Kohlrausch s'est même assuré, ce qu'on ne peut faire avec un conducteur solide, que la tension est la même dans tous les points de la section transversale, conformément à la théorie de Ohm. Les fils servant de sonde étaient recouverts dans toute leur étendue, sauf à leur extrémité, d'un vernis à la gomme laque, de façon à ne prendre que l'électricité du point même avec lequel cette extrémité était en contact.

La *chute électrique* est d'autant plus grande que la résistance est plus grande pour le courant. Ainsi, par exemple, une longueur d'un pouce d'un conducteur li-



quide donnant une chute électrique trois fois plus grande qu'une longueur également d'un pouce d'un conducteur solide, l'effet de la portion du conducteur liquide sera exprimé par une ligne d'une longueur trois fois plus grande que celle qui exprime l'effet du solide. C'est ce que Ohm appelle *longueur réduite*.

Nous avons vu qu'à partir du point du conducteur mis en communication avec le sol, tout un côté du conducteur est positif et l'autre négatif. La longueur de la partie du circuit qui manifeste l'une ou l'autre électricité, dépend de la position du point mis en communication avec le sol. Si ce point est au milieu du conducteur, les deux portions sont égales ; s'il est à l'un des pôles, tout le conducteur manifeste l'électricité propre à l'autre.

On peut, d'après la théorie de Ohm, déduire par un simple calcul l'état électroscopique de chaque point. Soit (*fig.* 4) $a$ le point contigu au pôle négatif, $bc$ ou $a$ la force électromotrice et $ab$ ou $l$ la longueur réduite du circuit ; soit $d$ un point dont on veut connaître la tension électrique $de$ ou $u$, on a, en appelant $ad = \lambda$

$$u : a = \lambda : l \text{ d'où } u = \frac{\lambda}{l} a$$

ce qui signifie que, pour avoir la tension d'un point, il faut multiplier la force électromotrice par le rapport qui existe entre la longueur réduite du circuit, entre le point mis en communication avec le sol, et le point dont il s'agit, et la longueur réduite du circuit entier.

M. Kohlrausch a soumis cette formule à l'expérience, en unissant la plaque de zinc et celle de cuivre du couple voltaïque disposé comme dans l'expérience précédente, par un long fil très-fin, plié en zigzag ; puis il a déter-

miné la tension électrique des différents points de ce fil et de la solution de sulfate de cuivre, qui faisait, dans ce cas comme dans le précédent, partie du circuit. Le pôle négatif communiquait avec le sol et les divers points touchés successivement étaient d'abord trois points pris sur le fil conjonctif à des distances croissantes de la lame de zinc, soit du pôle négatif, puis le point de contact de la lame de cuivre avec le fil conjonctif, puis trois points pris dans le sulfate de cuivre à 2,02 pouces, à 4,02 et à 8 pouces de la même plaque de cuivre. Voici le tableau des tensions calculées et observées mises en regard des valeurs respectives des résistances ou des longueurs ($\lambda$) réduites des parties du circuit comprises entre le pôle négatif et le point touché.

| Points touchés. | $\lambda$ | Tensions calculées. | Tensions observées. |
|---|---|---|---|
| *a* | 118.5 | 0,93 | 0,85 |
| *b* | 237 | 1,86 | 1,85 |
| *c* | 355,5 | 2,89 | 2,69 |
| *d* | 474 | 3,73 | 3,70 |
| *e* | 610.3 | 4,80 | 5,03 |
| *f* | 745.3 | 5,86 | 5,99 |
| *g* | 879 | 6,91 | 6,93 |
| *h* | 1014 | 7,98 | 7,96 |

Ces résultats semblent mettre hors de doute la vérité des formules de Ohm qui étaient fondées sur des considérations purement théoriques.

M. Kohlrausch a aussi fait la même vérification sur des circuits thermo-électriques dans lesquels il a non-seulement démontré l'existence de la tension électrique aux pôles de l'appareil, mais prouvé également que la distribution des forces électriques s'y fait suivant les mêmes lois que pour le circuit voltaïque.

*Quelques observations sur les expériences de M. Kohlrausch.*

Les expériences de M. Kohlrausch ont un intérêt tout particulier à cause de l'exactitude rigoureuse, on peut même dire mathématique, des résultats auxquels elles conduisent. En confirmant les lois déjà admises et démontrées, les unes directement, les autres indirectement, elles ne sont pas cependant de nature à éclaircir la question pendante de l'origine de la force électromotrice elle-même. Seulement, cette force admise, elles donnent d'une manière très-précise les lois qui régissent sa propagation. Il nous paraît toutefois qu'on peut aussi en déduire quelques conséquences sur le mode même de propagation de la force électrique et y trouver des arguments en faveur de la théorie généralement admise de sa propagation par la polarisation successive des particules.

D'après cette théorie, les particules successives de chacun des filets dont se compose le conducteur interposé dans un circuit voltaïque, sont polarisées, c'est-à-dire présentent un pôle négatif du côté où est situé le pôle positif du couple voltaïque, et un pôle positif du côté où est le pôle négatif. Le courant se compose des neutralisations des électricités contraires des particules consécutives. Or, il résulte des expériences de M. Kohlrausch, qu'il se passe dans la polarisation des particules un phénomène tout à fait analogue à celui de la charge d'un condensateur, savoir qu'il y a toujours un excès de l'électricité dont on charge l'appareil. Ainsi, la molécule du conducteur la plus rapprochée du pôle positif du couple voltaïque prend du côté de ce pôle une électri-

cité négative plus faible que la positive du pôle, sa positive égale à la négative est à son tour plus forte que la négative de la seconde particule du conducteur, et ainsi de suite, en sorte qu'il doit y avoir, à partir du pôle positif du couple, une électricité positive libre d'une intensité décroissante dans le conducteur. Il doit en être de même par les mêmes considérations, à partir du pôle négatif, jusqu'au milieu du conducteur où il ne doit y avoir ni électricité négative ni positive; si un point du conducteur communique avec le sol, c'est à ce point que cette neutralisation a nécessairement lieu. Le courant lui-même est formé par la neutralisation des électricités opposées et dissimulées des particules successives bien plus intenses que la petite portion d'électricité libre sensible à l'électroscope et qui subsiste, ainsi qu'on l'a vu d'après les expériences de M. Kohlrausch, en même temps que le courant lui-même circule dans l'intérieur du conducteur.

D'après cette manière de voir, la résistance électrique du conducteur n'est plus que la résistance qu'opposent les particules à la polarisation électrique, résistance qui, en diminuant la charge électrique des particules successives, doit augmenter, au contraire, la quantité d'électricité libre qui accompagne la progression de cette charge. En d'autres termes, chaque particule successive du conducteur a deux pôles électriques nécessairement de même intensité, mais d'une intensité moindre que les pôles électriques de la particule qui précède, et d'une intensité plus grande que celle de la particule qui suit. La différence est d'autant plus considérable que le conducteur offre plus de résistance au courant, d'où résulte que celui-ci doit diminuer de force à mesure que cette

résistance augmente, tandis que l'électricité libre ou de tension suit la progression inverse. C'est cette électricité libre, différence entre les états électriques de deux particules consécutives, que M. Kohlrausch désigne par les mots de *chute électrique*.

La dimension transversale du conducteur influe aussi bien que sa nature sur sa résistance électrique. En effet, la même tension électrique agissant sur une surface transversale ou plus grande ou plus petite, c'est-à-dire sur un plus grand nombre ou un plus petit nombre de particules, chacune de ces particules est individuellement moins fortement polarisée, et la différence entre la charge électrique et celle de la suivante est, par conséquent, moins considérable. Il en résulte une tension moins grande dans l'électricité libre, en même temps qu'un courant plus fort, puisque le courant est la somme de toutes les neutralisations opérées dans la tranche entière du conducteur.

Ainsi, les expériences de M. Kohlrausch, tout en vérifiant les lois de Ohm, apportent une confirmation importante à la théorie de la polarisation moléculaire imaginée pour la première fois par Grotthus, mais développée et démontrée par Faraday au moyen d'un si grand nombre d'expériences plus ingénieuses les unes que les autres.

A. D. L. R.

---

## Recherches sur la composition de l'air atmosphérique, par M. V. Regnault [1].

Malgré de nombreuses recherches, on ne savait pas encore si l'air de notre atmosphère conserve une composition constante pendant toute l'année, et si cette composition est identique sur tous les points du globe. M. Regnault a appliqué à de nombreuses analyses d'air son nouveau procédé eudiométrique. Voici quel était le programme primitif de ce travail.

De l'air atmosphérique devait être recueilli dans un grand nombre de localités convenablement choisies à la surface du globe le 1er et le 15 de chaque mois à l'heure du midi vrai de chaque lieu et pendant une année entière. Ces échantillons devaient être adressés à M. Regnault au Collége de France, où ils devaient être analysés dans des circonstances parfaitement identiques avec le même appareil et comparativement avec l'air recueilli à Paris. Chaque série d'analyses sur de l'air étranger se trouvait ainsi comprise entre des analyses faites sur de l'air recueilli à Paris et pour lesquelles on employait le même gaz combinant. On évitait ainsi les incertitudes que présentent nécessairement des analyses faites par des expérimentateurs différents et par des procédés divers.

Une première difficulté se présentait : il fallait trouver un procédé simple pour recueillir de l'air atmosphérique et le conserver sans altération. Ce procédé devait pouvoir être appliqué par des personnes peu habituées

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1852.

aux expériences scientifiques ; les appareils devaient être peu coûteux et peu fragiles. Des expériences préliminaires prouvèrent qu'il était impossible de conserver pendant quelque temps de l'air en présence d'une matière organique quelconque en quelque petite quantité qu'elle fût, sans que cet air éprouvât une altération sensible dans sa composition. On doit donc éviter de recueillir de l'air destiné à des analyses dans des ballons munis de robinets.

Le procédé auquel M. Regnault s'est arrêté consiste à prendre des tubes en verre terminés par deux pointes effilées. Pour éviter que ces pointes ne soient brisées, on les recouvre par deux petites cloches que l'on mastique par-dessus. Chaque tube en verre, ainsi préservé, est placé dans un étui en carton. Pour faire une prise d'air on ramollit le mastic, on détache les deux petites cloches, et l'on met une des parties effilées en communication avec un soufflet. A cet effet, on fixe sur le tube du soufflet une petite tubulure en caoutchouc, on introduit dans la même tubulure une des parties effilées du tube de verre, puis on fait agir lentement le soufflet pendant trois ou quatre minutes. On renouvelle ainsi l'air du tube, et l'on remplit celui-ci d'un air identique avec celui qui existe en ce moment dans la localité. Pour fermer ensuite le tube, on chauffe et on étire les deux pointes effilées sur une lampe à alcool en évitant d'approcher la flamme de l'origine du tube. On remastique les petites cloches sur les pointes fermées, afin de les préserver, et l'on replace le tube dans son étui.

Un grand nombre de lots de ces tubes, dont la capacité est de 50 à 100 centimètres cubes, furent adressés à des savants habitant divers centres scientifiques, d'autres fu-

rent envoyés aux principaux consulats de France, avec une recommandation spéciale de M. le ministre des affaires étrangères, enfin un certain nombre de ces lots furent remis à des officiers de la marine royale qui devaient commander des stations dans des contrées lointaines.

Malheureusement les événements politiques de 1848 vinrent déranger ces dispositions. La plupart des tubes furent perdus.

M. Regnault a continué néanmoins à analyser l'air atmosphérique à Paris pendant toute l'année 1848 ; un grand nombre d'analyses ont été faites sur de l'air recueilli en différents points de la France, en Suisse, à Berlin, à Madrid, dans la Méditerranée. On a analysé également beaucoup d'échantillons d'air recueilli dans les contrées les plus lointaines par des voyageurs et des officiers de la marine, entre lesquels nous citerons :

M. le capitaine de la marine royale anglaise James Ross, pendant son voyage dans les contrées polaires à la recherche de l'équipage du captaine Franklin.

M. Clérin, enseigne de vaisseau, dans les mers des Indes et de la Chine et sur les côtes d'Afrique.

M. le D[r] Castagnet pendant une traversée de Liverpool à la Vera-Cruz.

M. D'Ellisalde, capitaine de frégate dans la Méditerranée entre Toulon et Alger.

M. Fourrichon, dans les océans Atlantique et Pacifique.

Enfin M. Wisse au sommet du Pichincha, dans la république de l'Equateur.

La détermination exacte de l'acide carbonique contenu dans l'air eût présenté un grand intérêt, mais cette détermination ne peut pas se faire sur de l'air qui a séjourné longtemps dans des tubes, parce que le verre absorbe une portion de l'acide carbonique.

Nous ne transcrivons pas ici les résultats de toutes les analyses que M. Regnault cite dans son mémoire. Nous donnerons seulement le tableaux des proportions d'oxygène qui ont été trouvées dans l'air recueilli à Paris dans la fin de l'année 1847, et à Genève et dans ses environs[1] dans les années 1848 et 1849.

*Air recueilli à Genève et dans ses environs.*

| 1848 | | | 1re analyse. | 2e analyse. |
|---|---|---|---|---|
| 15 janvier. | Observatoire de Genève. | Midi. | 20,917 | 20,909 |
| » | Mont Salève. | » | 20,940 | 20,953 |
| 1er février. | Observatoire de Genève. | » | 20,946 | 20,935 |
| » | Mont Salève. | » | 20,963 | 20,957 |
| 1er avril. | Observatoire de Genève. | » | 20,920 | |
| « | Mont Salève. | » | 20,928 | |
| 15 juin. | Observatoire de Genève. | » | 20,956 | |
| 1er juillet. | » | » | 20,903 | |
| 15 id. | » | » | 20,935 | |
| 1er août. | » | » | 20,937 | |
| 15 id. | » | » | 20,961 | |
| 1er septem. | » | » | 20,924 | |
| 6 id. | Montanvert (Chamonix) | 9h25m matin | 20,963 | |
| 8 id. | Mont Buet (Savoie). | Midi. | 20,930 | |
| 1er octobre. | Observatoire de Genève. | » | 20,981 | |
| 1er novem. | » | » | 20,969 | |
| 15 id. | » | » | 20,990 | |
| 1er décem. | » | » | 20,955 | |
| 15 id. | » | » | 20,913 | |
| 1849 | | | | |
| 1er janvier. | » | » | 20,959 | |
| 1er février. | » | » | 20,993 | |
| 15 id. | » | » | 20,982 | |

[1] Les derniers échantillons ont été recueillis à Genève par M. E. Plantamour, par M. G. Rochette sur le mont Salève, et par moi-même sur le mont Buet et sur le Montanvert. L. S.



*Air recueilli à Paris.*

| 1847 | | | 1re analyse. | 2e analyse |
|---|---|---|---|---|
| 29 déc. | Place de la Concorde... | 11h du soir. | 20,953 | |
| » | Observatoire du Collége de France ......... | » | 20,948 | |
| 30 » | » | Midi. | 20,939 | 20,930 |
| » | » | 4h30m soir. | 20,984 | 20,967 |
| 31 » | » | 6h15m matin | 20,949 | |
| » | Sommet du Panthéon... | Midi. | 20,959 | |
| » | Choisy-le-Roi. L'air est recueilli à 0m,10 au-dessus du niveau de la Seine .. | 1h40m soir. | 20,966 | |
| » | Esplanade de Vincennes. | 1h45m soir. | 20,945 | |
| » | Esplanade de Vincennes sous bois .......... | 2h15m soir. | 20,947 | |
| » | Au-dessus d'une pièce de blé en herbe ....... | Midi. | 20,980 | 20,992 |

L'ensemble des analyses de l'air de Paris, faites en 1847 et 1848, comprend plus de cent analyses.

La plus faible quantité d'oxygène qu'on y a trouvée s'élève à 20,943 ; la plus forte s'élève à 20,999. La moyenne générale est 20,96 environ.

La différence extrême est de 0,86 ; elle est plus grande que celle qui peut résulter des erreurs d'expériences, car celle-ci dépasse rarement 0,02. Mais sa valeur est si petite qu'on peut facilement l'attribuer à des altérations locales ou momentanées.

Les résultats des analyses d'air pris en d'autres localités du continent sont compris entre 20,903 et 21,000, c'est-à-dire entre les mêmes limites de variation que celles de l'air recueilli à Paris. Quant à l'air qui

a été recueilli sur mer il a présenté en général la même constance de composition, mais cependant il s'est présenté quelques exceptions.

D'après l'ensemble des résultats consignés dans le mémoire que nous extrayons, d'après les analyses que M. Lewy a présentées récemment à l'Académie, enfin d'après les analyses que M. Bunsen a faites pendant une année entière sur l'air recueilli en Irlande, M. Regnault croit pouvoir conclure :

1° Que l'air de notre atmosphère présente généralement des variations de composition sensible quoique très-faibles, car la quantité d'oxygène ne varie généralement que de 20,9 à 21,0 ; mais que, dans certains cas qui paraissent plus fréquents dans les pays chauds, la proportion d'oxygène descend jusqu'à 20,3.

2° Que la quantité moyenne d'oxygène contenue dans 100,00 d'air atmosphérique à Paris pendant l'année 1848 était de 20,96.

## Analyse de la lumière solaire et théorie de Brewster, par M. Helmholtz [1].

Les expériences de M. Brewster sur le spectre solaire et les conclusions qu'il en a tirées, sont assez connues des physiciens. On sait que M. Brewster regarde le spectre solaire comme résultant de la superposition de trois spectres différemment colorés et inégalement étendus, un spectre rouge, un spectre jaune et un spectre bleu. Une même couleur appartiendrait à des rayons de réfrangibilité diverse, et *vice versâ*. L'analyse prismatique du spectre serait donc insuffisante, et l'absorption élective que les milieux transparents exercent sur les diverses couleurs, rendrait manifeste la nature composée des rayons que tous les physiciens, depuis Newton, s'étaient habitués à considérer comme simples.

Les expériences de M. Helmholtz sur les effets de la combinaison des couleurs, ne permettent pas de regarder le rouge, le jaune et le bleu comme les trois couleurs élémentaires. Mais il ne résulterait de là qu'une modification peu importante de la théorie de Brewster; il suffirait de prendre, par exemple, le rouge, le vert et le violet, sans rien changer d'ailleurs à l'idée fondamentale de la composition du spectre. La question principale

[1] L'extrait que nous donnons du mémoire de M. Helmholtz, qui a paru dans les *Poggendorff's Annalen*, est tiré des *Annales de Chimie et de Physique* (janvier 1853). Ne pouvant insérer le mémoire tout entier à cause de sa longueur, nous ne pouvions mieux faire que de profiter de l'extrait aussi clair que complet qu'en a fait M. Verdet. (R.)

reste donc tout entière : il s'agit de savoir si la teinte d'un rayon du spectre peut être modifiée par absorption, et si, par conséquent, la liaison généralement admise entre la couleur et la réfrangibilité doit être rejetée.

Le système des ondulations établit, entre ces deux éléments, une relation si évidente, qu'on s'est, en général, peu préoccupé du travail de M. Brewster. On s'est expliqué les phénomènes observés par ce physicien, en supposant quelque inexactitude dans les dispositions expérimentales, sans se livrer à l'examen attentif que le nom de M. Brewster eût exigé. Il était nécessaire que la question fût de nouveau étudiée avec tout le soin possible, indépendamment de toute idée préconçue, et l'on doit savoir gré à M. Helmholtz de s'être acquitté de cette tâche.

Les expériences de M. Brewster ont consisté, comme on sait, à examiner le spectre produit par un prisme, en mettant successivement au-devant de l'œil divers milieux colorés. Dans ces conditions, il est à craindre que l'œil ne reçoive, en même temps que la lumière du spectre, une certaine quantité de lumière blanche diffuse, par laquelle tous les phénomènes seraient altérés. M. Helmholtz discute avec beaucoup de soin les circonstances qui favorisent l'action de cette cause d'erreur. Premièrement, quelque pure que soit la matière, quelque parfait que soit le travail du prisme et de la lentille qui concourent à produire le spectre, l'intérieur et la surface de ces milieux transparents présentent toujours des irrégularités, d'où peut résulter une diffusion sensible. On peut s'en assurer en faisant arriver sur le prisme ou sur la lentille la lumière du soleil dans une chambre obscure, et plaçant l'œil à côté de la direction des rayons

régulièrement réfractés : dans cette position, on aperçoit constamment un certain nombre de points brillants dans l'intérieur du verre, et à la surface, des grains de poussière ou des stries.

Les réflexions multiples qui s'opèrent sur les diverses faces du prisme sont une deuxième cause d'erreur à considérer. Il est nécessaire, pour en éviter les effets, de noircir complétement les deux faces horizontales et la face verticale opposée à l'angle réfringent.

En troisième lieu, la lame transparente qu'on place au-devant de l'œil agit absolument comme le prisme et la lentille. De plus, si les deux faces de cette lame ne sont pas parfaitement parallèles, les réflexions intérieures produisent des images secondaires qui ne se superposent pas exactement au spectre principal, et qui contribuent ainsi à détruire la pureté des couleurs.

Enfin, lors même que toutes ces influences seraient écartées, on aurait encore à redouter la diffusion qui se produit à l'intérieur même de l'œil. Chacun peut reconnaître, en effet, sans la moindre difficulté, que lorsqu'il regarde un objet brillant, il voit tout autour de cet objet une sorte de nuage faiblement lumineux. Par exemple, si l'on place, la nuit, une lumière près d'une porte donnant dans une chambre moins éclairée, l'ouverture de la porte paraît très-inégalement sombre, suivant que la lumière est cachée ou visible pour l'œil. De même, si l'on regarde un écran noir percé d'un trou par où arrive la lumière du jour, l'aspect de l'écran paraît très-différent suivant que le trou est ouvert ou fermé ; si un verre coloré est placé sur le trou, une teinte de même couleur paraît recouvrir tout l'écran. La structure cellulaire ou fibreuse des milieux transparents de l'œil, et les ré-



flexions intérieures de la lumière incidente, suffisent à l'explication du phénomène.

La considération de ces diverses circonstances rend un compte très-satisfaisant de l'expérience peut-être la plus remarquable de Brewster. D'après ce physicien, en regardant le jaune du spectre à travers un verre coloré en bleu par l'oxyde de cobalt, on voit un blanc parfaitement pur, qui doit être considéré comme indécomposable par le prisme, puisqu'il est produit par des rayons qu'un premier prisme a déjà décomposés. Or, en regardant le jaune du spectre, l'œil voit en même temps les couleurs voisines, et il les voit avec une intensité peu différente de l'intensité qu'elles ont dans la lumière du soleil, tandis que la lumière jaune est prodigieusement affaiblie par une couche un peu épaisse de verre bleu. Il suit de là que la petite quantité de bleu et de rouge qui, par suite des diverses diffusions, peut venir impressionner la rétine au même point que le jaune, suffit pour déterminer l'impression du blanc, en se combinant avec cette couleur.

Pour faire l'expérience de manière à écarter toute influence de la diffusion, M. Helmholtz a adopté la disposition suivante. Un spectre solaire est produit, à la manière ordinaire, au moyen d'un prisme et d'une lentille placés à une distance convenable d'une fente étroite par où arrivent les rayons solaires. L'écran qui reçoit le spectre est percé lui-même d'une fente qu'on peut amener à volonté dans une couleur quelconque. On isole ainsi un faisceau lumineux très-délié formé pour la plus grande partie de rayons régulièrement réfractés, et par conséquent homogènes, mais contenant aussi une petite proportion de lumière diffusée de diverses couleurs. Ce

faisceau est reçu sur un second prisme suivi d'une lentille ; le groupe des rayons homogènes donne sur un écran convenablement placé, une image étroite de la fente, et le groupe des rayons diffusés formant un spectre, la pureté de cette image ne peut en être altérée ; quant aux diffusions produites par le prisme et la lentille, elles donnent trop peu de lumière pour qu'on ait à en redouter l'influence [1]. On peut ainsi répéter sur une lumière parfaitement pure les expériences de M. Brewster. Les résultats obtenus se trouvent alors tout à fait conformes aux idées généralement admises. Par exemple, le jaune pur, observé à travers un verre bleu d'un épaisseur quelconque, conserve toujours sa teinte jaune, sans jamais passer au blanc.

Les phénomènes de contraste ont dû jouer, dans les expériences de Brewster, un rôle aussi important que les phénomènes de diffusion. Ainsi, lorsqu'on regarde le spectre à travers une couche un peu épaisse d'un liquide brun, on voit le rouge bordé d'une teinte verte qui occupe la place de l'orangé et du jaune. Cette teinte verte ne peut être qu'un effet de contraste ; car, en opérant par la méthode rigoureuse qui vient d'être indi-

[1] Cette disposition expérimentale peut être encore utilement employée pour isoler une partie plus ou moins considérable du spectre. On remplace la fente étroite pratiquée dans le volet de la chambre obscure par une large ouverture rectangulaire. Le premier spectre est alors impur ; mais si on le reçoit sur un écran percé d'une fente très-fine, et si l'on fait arriver la lumière qui traverse la fente sur un prisme suivi d'une lentille, il se produit une portion de spectre dont les couleurs sont d'autant plus intenses que la première fente est plus large. On peut ainsi rendre facilement visible la partie du spectre qui est située au delà de la raie H, et manifester sa teinte violet-lavande.



quée, il est impossible de communiquer à l'orangé ou au jaune une teinte verte. La coloration violette que prend le bleu, lorsqu'on le regarde à travers un liquide jaune, tel que l'huile d'olive, le suc du *Coreopsis tinctoria*, s'explique exactement de la même manière ; c'est un effet de contraste dû à l'affaiblissement des rayons bleus et au voisinage des rayons jaunes à peine affaiblis. Dans tous les cas du même genre, il suffit de bien isoler les rayons sur lesquels on expérimente, pour reconnaître que leur teinte n'est pas modifiable par absorption.

Enfin, on doit remarquer que, si l'on donne au spectre une très-grande intensité, la teinte des diverses couleurs paraît se mélanger de blanc, et même se modifier un peu, le rouge tirant sur l'orangé, et le vert sur le jaune. De là peuvent résulter des apparences favorables à la théorie de Brewster. Si l'on regarde le bleu d'un spectre très-intense à travers une couche épaisse d'une dissolution ammoniacale d'oxyde de cuivre, on voit la couleur passer du bleu blanchâtre au bleu foncé ; mais il n'y a là qu'une modification de l'impression physiologique produite par les rayons bleus, modification qui résulte de l'affaiblissement de ces rayons, et il est inutile de supposer que la dissolution arrête des rayons diversement colorés, mélangés avec le bleu du spectre.

---

MÉMOIRE SUR DES OSSEMENTS FOSSILES TROUVÉS AU MORMONT, PRÈS LA SARRAZ (CANTON DE VAUD), par MM. Ph. DELAHARPE et C. GAUDIN. (*Bulletin de la Soc. Vaudoise des Sc. natur.*, 1852, tome III, n° 26.)

---

MM. Delaharpe et Gaudin viennent de faire une découverte intéressante pour la paléontologie de notre vallée. Ils ont constaté, dans le canton de Vaud, l'existence de la faune éocène supérieure ; ils ont trouvé des ossements de mammifères et de reptiles qui sont évidemment contemporains des espèces qui ont laissé de nombreux débris dans les gypses de Mont-Martre et dans quelques formations du midi de l'Angleterre. Nous laisserons parler M. Delaharpe, qui a exposé comme suit les circonstances qui ont accompagné cette découverte, faite au mois d'août 1852.

« En étudiant le versant septentrional du Mormont, nous arrivâmes dans une carrière de calcaire où nous remarquâmes une terre rouge qui remplissait une fente du néocomien. En l'examinant avec quelque attention, j'y découvris un fragment d'os ayant l'apparence d'une côte ; M. Gaudin ayant aussi trouvé un morceau d'os, nous nous mîmes à l'œuvre avec nos marteaux et recueillîmes en quelques instants plusieurs osselets entiers des phalanges et enfin un fragment de mâchoire de crocodile avec une dent en place.

« De retour à Lausanne, nous fîmes tous nos efforts pour assurer au pays les débris que pouvait encore renfermer

cette localité et, grâces à la bienveillance de M. le prof. Lardy et à l'assistance de l'État, nous fûmes en mesure de passer au Mormont trois jours, pendant lesquels furent recueillis les fossiles dont nous avons l'honneur de vous entretenir.

« Le côté septentrional du Mormont forme une paroi perpendiculaire au sol de la vallée. Ce n'est qu'à son extrémité orientale et au débouché du canal d'Entreroches que les couches de calcaire s'abaissent en pente douce jusqu'à la plaine. Un peu avant le moment où elles se perdent sous le sol horizontal de la vallée et sur le sol même de l'exploitation du four à chaux d'Entreroches, on remarque plusieurs fissures perpendiculaires à la direction des couches. Nous en comptâmes sept dont la largeur varie de deux à trois pouces jusqu'à deux pieds et demi. Ces fentes, dirigées de l'est à l'ouest, vont en se rétrécissant du côté de l'occident et finissent par disparaître bientôt complétement à des distances diverses, mais, en général, peu considérables. Les plus courtes n'avaient laissé que leurs traces sur le sol de la carrière, tandis que les plus longues ne dépassaient pas de beaucoup la paroi de roc exploitée dans ce moment. Aussi avons-nous à nous féliciter d'avoir trouvé ces fentes cette année, car l'année prochaine la carrière s'étendant graduellement dans leur direction, n'aurait laissé de notre terrain ossifère que des traces sur le sol et cela à une profondeur où l'on ne trouve plus de fossiles. Nous n'avons pu apprécier d'une manière exacte la profondeur des fissures en question ; elles ont été mises à nu dans une hauteur de 25 pieds environ, mais il est probable qu'elles s'enfoncent beaucoup plus bas dans le roc.

« Quant aux matières qui les remplissent, et qui varient

assez peu de l'une à l'autre, voici ce que nous avons observé surtout dans celle qui, par l'abondance des débris organiques qu'elle contenait, a dû plus spécialement attirer notre attention. D'abord un nombre assez considérable de fragments de calcaire, de dimensions variables, mais en général plus grands à la partie supérieure de la crevasse. Ils offrent ceci de remarquable qu'ils sont très-blancs, d'un grain fin, cristallin, d'un aspect tout à fait saccharoïde et se laissant facilement pulvériser; ils contrastent d'une manière frappante avec le calcaire du Mormont qui est jaune, dur, grenu et grossier. Les carriers nous ont assuré qu'on ne retrouve de calcaire semblable qu'à une lieue de là, près de S^t-Loup, localité de 500 pieds plus élevée que la nôtre. Les cailloux ou fragments ont subi, par leur contact avec la marne qui les enveloppe, une altération curieuse. La croute en est devenue tendre, friable, presque farineuse, plus ou moins colorée en brun et se détache facilement du noyau calcaire. Les plus petits fragments avaient passé à l'état de pâte plus ou moins consistante, ce qui nous les fit souvent prendre à première vue pour des débris d'ossements.

« Les cailloux, avons-nous dit, étaient pris dans une marne colorée en rouge foncé par une masse considérable d'oxyde de fer hydraté. Dans la crevasse qui nous occupe, elle s'est présentée sous la forme d'une pâte d'un rouge brun, durcie, compacte, résistant au marteau. Ailleurs beaucoup moins fine, elle formait un grès semblable, pour la texture du moins, à une molasse grossière. Les parties les plus fines se montraient en général à la superficie où elles étaient souvent plus ou moins altérées par leur mélange avec la terre végétale.

Des pisolites de fer sont irrégulièrement semées dans la marne ; elles sont de grosseur variable, on en trouve de la dimension d'une noix, tandis que d'autres sont à peine visibles ; elles sont toutes, dures et brillantes. Nous y avons rencontré aussi, quoique en moins grande abondance, de petits grains roulés de quartz blanc ou verdâtre. Si nous sommes bien informés, ces mêmes grains siliceux doivent accompagner également une marne ferrugineuse à ossements, de Georgensgmünd en Bavière, ainsi que les fers pisolitiques d'Istrie et de Carniole.

« D'après la description que nous venons de donner de cette marne, il est aisé de se convaincre qu'elle n'est autre chose que du terrain sidérolitique, si abondamment répandu sur toute la chaîne du Jura. Mais il est évident aussi que notre terrain a une autre origine que celui étudié par MM. Gressly[1], V. Morlot[2], Quiquerez[3] et d'autres savants.

« M. Gressly a montré que le terrain sidérolitique du Jura soleurois et bernois est le produit d'émanations souterraines chargées du fer qui s'est attaché aux parois des crevasses éjectives, et s'est répandu sur la surface du sol. M. Quiquerez prouve aussi que ces sources ou émanations étaient accompagnées de chaleur et de substances acides, et que ces éruptions demi-volcaniques ont eu lieu

[1] *Gressly*. Observations géologiques sur le Jura soleurois ; dans les nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles.

[2] *V. Morlot*. Ueber die geologischen Verhältnisse von Istrien ; in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen. II. Band. II. Theil, p. 257.

[3] *A. Quiquerez*. Recueil d'observations sur le terrain sidérolitique dans le Jura bernois. Nouveaux mémoires helvétiques, vol. XII.

immédiatement après le soulèvement des terrains Kimméridgien et Corallien qu'elles traversent, et avant la formation du tertiaire (miocène). M. le prof. Morlot nous assure que les fers pisolitiques, si abondants en Istrie, se sont formés dans les mêmes circonstances.

« Ce serait donc en sortant du sein de la terre que ces masses de fer sont venues au jour, aussi n'y trouve-t-on en fait de fossiles que ceux qui, détachés des couches environnantes, ont roulé dans ces masses encore molles.

« Mais ce n'est point de bas en haut que notre fente s'est remplie, c'est de haut en bas. Nous le prouverions facilement par la présence des ossements d'animaux qui ont vécu à la surface du sol ; par la distribution de ces mêmes os qui ne se trouvent guère à une profondeur de plus de 15 pieds au-dessous de la surface ; par la distribution des masses qui ont comblé notre crevasse : en effet, les plus gros blocs sont restés près de l'ouverture, la fente en se rétrécissant les ayant retenus dans leur chute ; ils proviennent en outre d'une localité assez éloignée et supérieure à la nôtre. De plus, la marne qui lie ces blocs est à la partie la plus profonde, passée à l'état de grès, tandis qu'à la supérieure elle est très-fine. Enfin, l'altération qu'ont subie les fragments de calcaire ne ressemble à aucune de celles que M. Quiquerez a si bien décrites. Celle que nous avons étudiée ne consistait qu'en une imprégnation du calcaire par la marne humide, aussi les blocs placés à une plus grande profondeur et dans le grès, ne présentaient presque pas d'altération. Il en est de même des parois qui n'avaient été ni modifiées dans leur aspect, ni imprégnées de matières ferrugineuses dans les fissures, phénomènes qui se rencontrent toujours dans les crevasses d'éjection.

« Les crevasses, fort nombreuses des environs de La Sarraz, présentent des conditions analogues ; elles sont donc toutes des *crevasses de remplissage*, où le sidérolitique n'est arrivé qu'après un remaniement. Ne serait-il pas naturel de faire provenir cette masse de fers pisolitiques et de bolus, des bancs de sidérolitique formés d'après la théorie de M. Gressly, mais qui auraient disparu du flanc du Jura. Ces bancs, composés d'une matière peu compacte, se seraient désagrégés par l'action des eaux, qui, en s'écoulant des montagnes, auraient rempli notre crevasse et celles des environs par les masses de cailloux, de fer et d'animaux morts entraînés avec elles. C'est probablement de la même manière que se sont déposées les marnes rouges si fréquentes au pied de notre Jura, et qui toujours sont disposées entre la terre et le roc ou dans les fentes de ce dernier, à une petite distance du fond de la vallée. Les pisolites de fer qui se rencontrent parfois dans cette contrée, mêlés à la terre végétale, ont encore la même origine.

« Les ondulations du terrain que l'on peut remarquer dans la localité qui nous occupe, ne sont point de nature à réfuter notre hypothèse ; bien au contraire, les crevasses que nous avons examinées se trouvaient, par leur position au pied du Jura, exposées non-seulement aux torrents qui descendaient des montagnes, mais encore aux grands courants qui en longeaient le pied.

« C'est ainsi que nous expliquerions la formation de notre terrain ossifère et des dépôts analogues, tels que ceux de l'Alp wurtembergeoise, de la Forêt-Noire, de Gênes (M. de Charpentier) et de Soleure, qui tous se font remarquer par la présence du fer pisolitique.

« Nous avons déjà mentionné trois des éléments qui

constituent le dépôt du Mormont; il nous reste à parler du dernier et de celui qui, sous tous les rapports, présente le plus d'importance et d'intérêt, nous voulons parler des restes fossiles qui s'y trouvent.

« Ces ossements se trouvaient dispersés dans la marne de la manière la plus irrégulière, et resserrés entre des pierres ou comprimés contre les parois de la crevasse; ils se montraient plus abondants dans la partie supérieure et diminuaient à mesure que l'on s'abaissait. Cette disposition était fort avantageuse pour l'exploitation, mais peu favorable à la recomposition des pièces; en effet, les ossements qui se trouvaient dans la marne humide de la partie supérieure étaient réduits en poudre, et nous dûmes en sacrifier un grand nombre. Ce fut la partie moyenne, souvent moins riche et située à deux pieds et demi de la surface, qui nous fournit les plus beaux échantillons. Ne croyez pas cependant que nous les ayons trouvés dans l'état où vous les voyez. Les plus durs étaient encore si friables que le moindre attouchement suffisait pour les réduire en mille fragments, et ce ne fut qu'avec les plus grandes précautions et en recueillant jusqu'aux plus petits débris, que nous pûmes reconstruire quelque chose. Nous vous ferons grâce du récit des chagrins que l'exploitation, l'emballage, le transport, le nettoyage et la recomposition des pièces nous ont causés, et nous passerons à un examen plus spécial de ces débris. »

Les ossements qui ont pu être déterminés jusqu'à présent suffisent pour fixer l'âge géologique de ces dépôts. Nous ne reproduirons toutefois pas ici la partie paléontologique du mémoire de MM. Delaharpe et Gaudin, parce qu'elle renferme un trop grand nombre de déter-

minations provisoires. Ces Messieurs ayant bien voulu m'associer à leur travail et m'envoyer tous les produits de leurs recherches, j'ai commencé à m'occuper de l'étude de ces os, et je crois inutile et imprudent d'anticiper ici sur les résultats qui exigent encore, pour avoir quelque valeur, un travail long et difficile. Nous les exposerons plus tard dans un mémoire détaillé et accompagné de planches.

Je me bornerai à citer trois espèces dont nous avons des ossements suffisants et incontestables, et qui caractérisent très-bien l'époque des gyps. Ce sont le *Palæotherium medium*, Cuv., le *Paloplotherium minus* Gerv. (*Palæotherium minus*, Cuv.), et le *Crocodilus Hastingsiæ*, Owen.

Une découverteanalogue a étéfaite quelque temps après dans les environs de St-Loup, à quelque distance du gisement précédent, par M. Silvius Chavannes et M le professeur Morlot. M. Delaharpe donne aussi quelques détails sur les fossiles qu'il renferme, et qui sont très-probablement contemporains de ceux du Mormont. Il faut, toutefois, remarquer que ces os ont été roulés, et souvent arrondis, et plus ou moins déformés par les eaux, tandis que ceux du Mormont n'ont subi d'autres altérations que celles qu'a pu produire sur quelques-uns d'entre eux la pression de la crevasse ou des matières qu'elles renfermaient.

F.-J. PICTET.

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

15. — RECHERCHES SUR LA PARALLAXE ANNUELLE DE L'ÉTOILE D'ARGELANDER (1830$^{me}$ Catalogue Groombridge), par M. WICHMANN.

Ce mémoire, publié dans les *Astronomische Nachrichten* (numéros 841-844), renferme une discussion fort intéressante des travaux entrepris par divers astronomes, dans le but de déterminer la distance de cette étoile, dont le mouvement propre considérable, découvert par Argelander, en 1842, semblait indiquer une proximité plus grande, et, par conséquent, la possibilité de découvrir une parallaxe sensible. C'est, en effet, par des considérations analogues que Bessel, et avant lui MM. Arago et Mathieu, avaient été amenés à diriger leurs recherches sur la 61$^{me}$ du Cygne, étoile de 5$^{me}$ à 6$^{me}$ grandeur seulement. Le mouvement propre de la 1830$^{me}$ du Catalogue de Groombridge est plus considérable encore que celui de la 61$^{me}$ du Cygne, il est de 7 secondes par an, en arc de grand cercle, aussi pouvait-on supposer que cette étoile, quoique peu apparente, de 6$^{me}$ à 7$^{me}$ grandeur seulement, était également plus rapprochée de nous. Dès l'année 1842, Bessel fit entreprendre par M. Schlüter une série d'observations avec l'héliomètre de l'observatoire de Königsberg, dans le but de déterminer la parallaxe annuelle de cette étoile; ces observations, continuées jusqu'au mois d'août de l'année suivante, furent interrompues par la maladie et la mort de M. Schlüter. M. Wichmann n'entreprit la première réduction des observations de M. Schlüter, que lorsque M. Faye eut fait connaître le résultat qu'il avait obtenu pour la parallaxe de la 1830$^{me}$ Groombridge, d'après ses observations faites à Paris en 1846, et après la publication des recherches faites en 1843 sur le même sujet par M. Peters. Un peu plus tard, M. Otto Struve fit également connaître le résultat de ses observations faites en 1848

et 1849 avec le grand réfracteur de l'observatoire de Pulkowa.

La valeur de la parallaxe annuelle de cette étoile, trouvée par les différents observateurs, présente des discordances très-considérables, dépassant de beaucoup l'erreur probable assignée par chaque observateur au résultat qu'il avait obtenu. En effet, M. Faye avait trouvé pour cette parallaxe 1",08, avec une erreur probable de ± 0",03. M. Peters avait obtenu 0",226, avec une erreur probable de ± 0",141. La parallaxe calculée par M. Wichmann, d'après les observations de M. Schlüter, est de 0",180 avec une erreur probable de ± 0",017; enfin M. Otto Struve avait obtenu une parallaxe de 0",034 seulement, l'erreur probable étant de ± 0",029. Le désaccord complet entre ces différents résultats engagea M. Wichmann à refaire une nouvelle série d'observations avec l'héliomètre de l'observatoire de Königsberg, dans les années 1850 et 1851, et à baser la recherche de la parallaxe de la 1830me Groombridge sur une discussion complète de cette nouvelle série d'observations et de l'ancienne série des observations de M. Schlüter. La parallaxe obtenue par M. Wichmann, dans ce nouveau travail, diffère considérablement de celle qu'il avait trouvée précédemment; elle est de 0",72, mais il explique cette discordance par le fait très-curieux que l'une des étoiles de comparaison, dont M. Schlüter et lui avaient fait usage, et qu'ils avaient supposée à une distance de nous beaucoup plus considérable que la 1830me Groombridge, par conséquent, sa parallaxe insensible, est en réalité plus rapprochée de la terre. La parallaxe de cette étoile de comparaison est ainsi plus forte encore que celle de l'étoile de Groombridge, elle est de 1",17.

M. Wichmann ne se borne pas à indiquer dans son mémoire les détails des observations et des calculs par lesquels il est arrivé à un résultat aussi curieux; il examine aussi les travaux de ses prédécesseurs, et il essaie d'expliquer la discordance des valeurs trouvées par eux pour la parallaxe de la même étoile. Cette discussion est très-intéressante au point de vue de l'exactitude des observations micrométriques, car elle montre comment il se fait que des observateurs fort habiles, munis d'instruments très-puissants, n'obtiennent pas le même résultat, lorsque les circonstances ne per-

mettent pas de faire usage du système d'observations le mieux approprié à tel ou tel genre d'appareil micrométrique. Le mode d'observation employé par M. Faye consistait à mesurer aux fils horaires de l'équatorial la différence des passages de la 1830$^{me}$ Groombridge, et d'une petite étoile située sous le même parallèle, et la suivant de deux minutes de temps environ. M. Faye n'ayant pas publié les détails de ses observations et de ses réductions, M. Wichmann n'a pas pu entrer dans une discussion détaillée de ce travail, ni s'assurer, si l'erreur probable $\pm$ 0",029 exprimait réellement l'erreur que l'on pouvait craindre dans la parallaxe de 1",08, trouvée par l'astronome français. Cependant, comme M. W. Struve l'a fait remarquer dans la séance du 26 juillet 1847 de l'Académie des Sciences de Paris, l'observation des différences de passages ne peut pas fournir un procédé micrométrique très-exact, malgré l'habileté de l'observateur, parce que l'unité, qui doit être subdivisée par l'estimation, est trop considérable. Cette unité est, en effet, la seconde de temps, c'est-à-dire 15 secondes de degré. Un observateur exercé peut bien subdiviser cette unité en dixièmes, dans plusieurs cas il sera même sûr du dixième, mais dans d'autres, il sera indécis entre deux dixièmes. N'est-il pas à craindre, alors, que la préoccupation de trouver un maximum à une certaine époque de l'année et un minimum à une autre, pour la différence en ascension droite des deux étoiles, ne le fasse pencher pour noter tantôt le dixième précédent, tantôt le dixième suivant, de telle sorte que la différence en ascension droite soit augmentée ou diminuée d'un demi-dixième dans le sens de la parallaxe? L'influence de ce demi-dixième de seconde de temps, 0",75 en arc, qu'il est très-difficile que l'observateur ajoute ou retranche avec une impartialité complète, suffit pour augmenter ou diminuer notablement la parallaxe annuelle, déjà par elle-même une si petite quantité; on ne peut la ranger parmi les erreurs d'observation purement accidentelles. Toutefois, la valeur considérable trouvée par M. Faye pour la parallaxe de la 1830$^{me}$ Groombridge, et qui se rapproche le plus de celle obtenue en dernier lieu par M. Wichmann, me semble être une confirmation de cette dernière, parce que si, d'a-

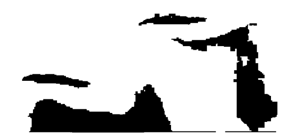
près les considérations précédentes, on peut élever à trois dixièmes de seconde l'erreur probable de la parallaxe Faye, on ne saurait cependant l'élever au delà d'une seconde, comme il faudrait l'admettre dans l'hypothèse d'une parallaxe à peu près nulle.

La parallaxe trouvée par M. Peters n'a pas été fournie par des observations micrométriques, elle résulte des observations de la déclinaison absolue de la 1830me Groombridge faites à Pulkowa. M. Wichmann fait remarquer que l'erreur probable ± 0",141 sur la parallaxe 0",226 obtenue par M. Peters, montre la possibilité d'une augmentation notable de cette dernière. L'impossibilité de voir l'étoile de jour est cause que les observations sont très-mal distribuées pour la recherche de la parallaxe; sur les quarante-huit observations, il n'y en a que deux pour lesquelles le coefficient de la parallaxe soit négatif, et sur les quarante-six observations pour lesquelles le coefficient est positif, il s'en trouve quarante et une où il est compris entre 0,6 et 0,7, par conséquent à peu près constant. Les observations ne sont donc pas de nature à mettre bien en évidence la parallaxe, et M. Wichmann montre que si l'on introduit dans les équations de condition la parallaxe 0",72, trouvée par lui, elles sont satisfaites presque aussi bien qu'avec la valeur 0",226, qui ressort de leur résolution par la méthode des moindres carrés. Avec la parallaxe 0",226, la somme des carrés des erreurs est de 5",98; avec la parallaxe 0",72, cette somme devient 6",76, et même la substitution de la parallaxe Faye 1",08 n'élèverait la somme qu'à 8",25. Les observations de M. Peters sont ainsi parfaitement conciliables avec la parallaxe Wichmann, elles ne peuvent pas, du moins, être considérées comme une preuve contre cette dernière.

Viennent ensuite les observations de M. Otto Struve, desquelles il a déduit, pour la parallaxe, la valeur la plus éloignée de celle de M. Wichmann, c'est-à-dire une valeur presque insensible, avec la conclusion que l'on pouvait parier douze contre un que la parallaxe était au-dessous d'un dixième de seconde. M. Wichmann critique, soit le mode d'observation adopté par M. Struve, soit le mode de réduction suivi par lui. M. Struve déduit la parallaxe de la 1830me

Groombridge des différences en déclinaison entre cette étoile et deux petites étoiles de comparaison, dont l'une est celle employée par M. Faye dans ses recherches. Ces étoiles sont malheureusement assez éloignées de l'étoile principale, pour ne pas être visibles en même temps dans le champ de la lunette. M. Struve a donc été obligé de renoncer au système ordinaire d'observations micrométriques, qui donne des résultats d'une si remarquable exactitude, avec le puissant réfracteur de Pulkowa; ce système consiste à placer les deux astres visibles à la fois dans le champ, sous les deux fils parallèles, et à mesurer ainsi leur distance. Au lieu de cela, M. Struve était réduit à mesurer la différence des parallèles, sous lesquels les deux étoiles traversaient successivement le champ de la lunette; de plus, il ne plaçait pas l'étoile précédente sous le fil fixe du micromètre, mais un peu au nord à l'est du méridien, et au sud à l'ouest du méridien, attendant l'instant où, par suite du changement de réfraction, l'étoile était bissectée par le fil, puis il plaçait le fil mobile sur l'étoile suivante, lorsque celle-ci était au milieu du champ. Il devait trouver ainsi, à cause des ondulations dans la réfraction, des différences de déclinaison trop petites à l'est du méridien, et trop grandes à l'ouest; M. Struve a supposé constante l'erreur qui en résulte, quoiqu'il soit probable qu'elle ait dû varier avec la grandeur des ondulations, c'est-à-dire, en raison de la hauteur de l'étoile et de l'état de l'atmosphère. Dans tous les cas, ce système d'observations n'est pas celui, qui assure aux mesures micrométriques faites avec le réfracteur, toute l'exactitude que l'instrument comporte.

M. Wichmann fait, en second lieu, des objections au système suivi par M. Struve dans ses réductions, celui-ci ayant réuni les observations faites avec les deux étoiles, tandis que l'observation donnait les différences en déclinaison de l'étoile principale et de chacune des étoiles de comparaison, indépendamment l'une de l'autre. Le calculateur se privait ainsi du contrôle que présentait la comparaison de deux résultats indépendants; en outre, il attribuait la même exactitude aux comparaisons faites avec chaque étoile, ce qui n'est pas conforme aux observations. En calculant séparément la





parallaxe de la 1830$^{me}$ Groombridge, d'après les observations faites par M. Struve, avec chaque étoile de comparaison, M. Wichmann trouve une parallaxe positive de 0",231 par l'étoile qui suit, et négative de — 0",204 par l'étoile qui précède, si l'on néglige la cause d'erreur dont il a été question. Si l'on tient compte de la différence entre les comparaisons faites à l'est et à l'ouest du méridien, et si l'on suppose cette différence constante, et la même pour les deux étoiles, les valeurs précédentes se réduisent à + 0",115 et à — 0,088. La première de ces valeurs peut même être portée à + 0",157, en ayant égard à une différence constante dans la série des observations faites avec l'étoile qui suit, avant et après le mois de septembre 1848 ; l'erreur probable de la parallaxe positive déduite de cette étoile est de ± 0",033, tandis que l'erreur probable de la parallaxe négative déduite de l'étoile qui précède est de ± 0",049. Cette discordance de plus de deux dixièmes de seconde dans la parallaxe de la 1830$^{me}$ Groombridge, fournie par chacune des deux étoiles de comparaison, discordance qui s'élève même à plus de quatre dixièmes, si l'on ne tient pas compte de la différence entre les observations faites à l'est et à l'ouest du méridien, semble à M. Wichmann une raison suffisante pour contester l'exactitude de la conclusion que M. Struve tire de ses observations, savoir : que la parallaxe ne s'élève pas à un dixième de seconde, et que l'on peut parier douze contre un qu'elle n'atteint pas cette valeur.

Il me reste enfin à donner quelques détails sur les observations de MM. Schlüter et Wichmann, et sur le mode de réduction suivi par le dernier. Des deux étoiles de comparaison employées par M. Schlüter et désignées par les lettres $a$ et $a'$, l'étoile $a$ précède la 1830$^{me}$ Groombridge d'un peu plus d'un demi-degré, l'étoile $a'$ la suit de la même quantité ; les différences en déclinaison sont peu considérables, de 3 à 4 minutes seulement, et l'étoile de Groombridge tient à peu près le milieu entre $a$ et $a'$. M. Wichmann s'est servi des mêmes étoiles de comparaison $a$ et $a'$, et en outre d'une troisième $a''$, la même que celle de M. Faye ; cette dernière est peu distante de $a'$. En raison de la distance considérable qui sépare l'étoile de Groombridge des trois étoiles $a$, $a'$, $a''$, les comparaisons

avec chaque étoile n'ont pas pu être faites indépendamment les unes des autres ; l'observateur a d'abord mesuré dans l'une des positions des deux moitiés de l'objectif, la distance de l'étoile Groombridge aux trois étoiles *a*, *a'* *a"*, puis il a répété la mesure dans l'autre position. Le résultat que l'on obtient de la manière la plus favorable, par ce système d'observations, n'est pas directement la distance de l'étoile Groombridge (désignée pour abréger par *A*) aux étoiles de comparaison, mais, d'une part, les différences entre la distance de l'étoile *A* à l'étoile *a*, sa distance à l'étoile *a'* et sa distance à l'étoile *a"*; d'autre part, la distance de l'étoile *a* à l'étoile *a'* et celle de *a* à *a"*. Dans la première combinaison, on obtient la parallaxe de l'étoile *A*, moins la demi-somme des parallaxes de *a* et de *a'* ou de *a* et de *a"* ; cette combinaison fournit les résultats les plus précis, parce qu'ils sont à peu près indépendants de l'influence de la température sur la valeur angulaire d'une révolution de la vis micrométrique, et des erreurs que peut occasionner le mouvement de la vis. Dans la seconde combinaison, on obtient la différence des parallaxes de l'étoile *a* et des deux autres étoiles *a'* et *a"*; les résultats ne peuvent pas être aussi exacts, vu l'influence de la température sur une distance considérable, et les causes d'erreur qui peuvent s'introduire dans un grand déplacement des deux moitiés de l'objectif.

Les observations de M. Schlüter faites en 1843 donnent pour la première combinaison, c'est-à-dire pour la parallaxe de l'étoile *A* moins la demi-somme de celles de *a* et *a'*, 0",182. M. Wichmann trouve par ses propres observations 0",085, et pour la parallaxe de l'étoile *A*, moins la demi-somme de celles de *a* et *a"*, 0",089 ; il en conclut que les parallaxes de *a'* et de *a"* sont sensiblement les mêmes, et que l'on peut déduire comme résultat de la première combinaison : la parallaxe de l'étoile de Groombridge, moins la demi-somme des parallaxes des étoiles *a* et *a'* ou *a* et *a"* est égale à 0",135 avec une erreur probable de 0",0127. Si la parallaxe de l'étoile *a* et celle des étoiles *a'* et *a"* est insensible, ce chiffre 0",135 représente la parallaxe de l'étoile de Groombridge, mais cette hypothèse paraît inadmissible à M. Wichmann, d'après les résultats fournis par la se-



conde combinaison ; en effet, si les étoiles $a$, $a'$, $a''$ sont à une distance telle de nous, que leur parallaxe soit insensible, leurs distances réciproques fournies par la seconde combinaison doivent rester constantes. Cela est vrai pour les deux étoiles $a'$ et $a''$, mais, d'après les observations de MM. Schlüter et Wichmann, les distances de $a$ à $a'$ et de $a$ à $a''$ varient périodiquement, et sont plus grandes de deux secondes en été qu'en hiver. Suivant M. Wichmann, on ne peut expliquer ces différences périodiques que dans l'une ou l'autre de ces deux hypothèses :

Première hypothèse. Les parallaxes de $a$, $a'$ et $a''$ sont toutes les trois insensibles, et les différences périodiques entre les distances de $a$ à $a'$ et $a''$ tiennent uniquement à l'influence de la température sur la valeur angulaire d'une révolution de la vis micrométrique. Dans ce cas, il faudrait supposer le coefficient de l'influence de la température cinq fois, au moins, plus fort que celui que Bessel avait déduit d'une nombreuse série d'observations faites dans ce but sur les étoiles des Pléiades. Mais il y a plus, le signe du coefficient indique que la longueur focale doit éprouver une plus forte variation que la vis micrométrique, résultat que Biot avait trouvé incompatible avec ses recherches analytiques. Une différence de 33° C. amènerait, dans cette hypothèse, un allongement de $1^{ligne},388$ dans la longueur de la distance focale de l'objectif.

Seconde hypothèse. L'étoile $a$ est notablement plus rapprochée de nous que les étoiles $a'$ et $a''$ ; elle a une parallaxe sensible, qui, en admettant le coefficient de l'influence de la température trouvé par Bessel, s'élève, d'après les observations de MM. Schlüter et Wichmann, à $1'',17$, avec une erreur probable de $\pm 0'',081$.

M. Wichmann rejette la première hypothèse, qui lui paraît inconciliable avec la valeur que Bessel avait trouvée pour coefficient de l'influence de la température, et avec les recherches de Biot. M. Wichmann fait valoir aussi cette considération, que l'adoption de la première hypothèse réduit à $0'',135$, la parallaxe de l'étoile de Groombridge : dans ce cas, le déplacement linéaire de cette étoile, résultant de son mouvement propre apparent, serait en minimum de 52 fois la longueur du rayon de l'orbite terrestre, vitesse

qui lui paraît tout à fait improbable. Cet argument ne me semble pas avoir un très-grand poids, parce que l'adoption de la parallaxe Wichmann suppose encore une vitesse très-considérable, double de celle de la terre, dans le déplacement linéaire de l'étoile de Groombridge, et que l'ignorance où nous sommes de la nature et de la cause des mouvements propres des étoiles, ne nous permet pas de regarder telle ou telle vitesse comme plus ou moins probable.

Ne pourrait-on pas aussi bien invoquer comme une circonstance rendant peu probable la parallaxe considérable 1",17 trouvée par M. Wichmann pour l'étoile *a*, l'absence de mouvement propre de cette étoile? Même en la supposant immobile, le mouvement propre du soleil devrait produire un déplacement apparent dans cette étoile si rapprochée de nous, ou bien il faut supposer que cette étoile chemine parallèlement avec notre soleil et avec la même vitesse.

En adoptant la seconde hypothèse, M. Wichmann arrive aux conclusions suivantes :

1° La parallaxe de l'étoile *a'* est égale à celle de *a"*.

2° La parallaxe de l'étoile de Groombridge est égale à 0",135, plus la demi-somme des parallaxes des étoiles *a* et *a'*.

3° La parallaxe de l'étoile *a* est égale à 1",17, plus la parallaxe de l'étoile *a'*.

4° La parallaxe de l'étoile de Groombridge est égale à 0",72, plus la parallaxe de l'étoile *a'*.

Si l'on suppose que l'étoile *a'* n'ait, aussi bien que l'étoile *a"*, qu'une parallaxe insensible, il en résulte pour l'étoile de Groombridge, une parallaxe de 0",72, et pour la petite étoile de comparaison *a*, une parallaxe de 1",17. Ces conclusions de M. Wichmann me paraissent devoir être adoptées, tant que: 1° on n'aura pas indiqué une cause satisfaisante de la différence périodique trouvée par M. Wichmann dans la distance de l'étoile *a* aux deux autres étoiles de comparaison, et que 2° une série directe de comparaisons de l'étoile *a* avec une étoile voisine, placée dans une position favorable pour des observations micrométriques, n'aura pas montré que la parallaxe de l'étoile *a* est insensible. Une pareille



série d'observations doit offrir le plus grand intérêt, parce qu'elle permettrait, non-seulement de constater un fait aussi curieux que l'existence d'une parallaxe au delà d'une seconde, pour la petite étoile *a*, mais aussi de s'assurer si l'héliomètre de Königsberg, si soigneusement étudié par Bessel, peut donner lieu à des erreurs périodiques très-considérables, qui lui auraient échappé. Un autre procédé de vérification que je me permets, en terminant, de suggérer à M. Wichmann, consisterait dans l'observation répétée de la distance de deux autres étoiles prises dans la même région du ciel que la 1830$^{me}$ Groombridge, afin que l'effet périodique des saisons fût le même. Ces deux étoiles devraient, en outre, être choisies de telle sorte que les différences en ascension droite et en déclinaison fussent à peu près les mêmes que celles entre l'étoile *a* et les deux autres étoiles *a'* et *a"*. Il suffirait d'un petit nombre d'observations faites dans le courant de l'année, et surtout en été et en hiver, pour s'assurer de l'existence d'une variation périodique s'élevant à deux secondes. Si cette variation se manifeste aussi pour cette paire d'étoiles, il deviendrait extrêmement probable qu'elle est due à une erreur périodique de l'héliomètre, et que la parallaxe considérable, trouvée par M. Wichmann pour l'étoile *a*, n'existe pas en réalité. Si, au contraire, la distance de ces deux étoiles mesurée par l'héliomètre reste constante dans le courant de l'année, la réalité de la parallaxe de l'étoile *a* sera confirmée, puisqu'on aura acquis la preuve que son déplacement périodique apparent ne peut pas être attribué à l'instrument. E. P.

---

## MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE.

16.—TRAITÉ DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE ET DE MÉTÉOROLOGIE, par M. POUILLET, membre de l'Institut (Académie des Sciences), 6$^{me}$ édition, 2 vol. in-8° avec un volume de planches. Paris, 1853; librairie de L. Hachette et C$^{ie}$.

Le traité de physique de M. Pouillet a une réputation tellement bien assise, qu'il serait aussi ridicule que superflu d'en venir faire ici l'éloge. Le public des savants, aussi bien que celui des écoles,

s'est chargé de ce soin, et l'annonce d'une sixième édition, moins de vingt ans après l'apparition de la première, en est la preuve.

Cette nouvelle édition a plusieurs mérites. C'est d'abord une collection de planches admirablement bien faites, formant un volume à part; ce sont ensuite plusieurs additions importantes, parmi lesquelles nous avons remarqué une exposition aussi claire que détaillée des divers systèmes de télégraphes électriques, l'énoncé des divers résultats obtenus sur les chaleurs latentes et de combinaison par les nombreux savants qui s'en sont occupés dernièrement, et surtout un compte rendu parfaitement bien fait des expériences délicates de M. Foucault et de M. Fizeau sur la vitesse de la lumière. Puisque nous en sommes sur la lumière, nous ne pouvons nous empêcher de noter comme très-précieux un chapitre de son Optique, dans lequel M. Pouillet a résumé, sous le titre de *notions théoriques*, les principales propositions de la théorie des ondulations, en les détachant de leurs conséquences expérimentales et en les démontrant synthétiquement.

Nous aurions bien peut-être quelques observations à soumettre à M. Pouillet sur l'ordre qu'il a suivi, en particulier dans l'exposition des phénomènes électriques; mais nous ne pourrions le faire sans des développements hors de proportion par leur étendue avec l'importance de notre critique. Nous pourrons aborder cette question plus tard dans un article plus complet, que nous comptons consacrer, dans la partie générale de notre recueil, à l'ouvrage important que nous nous bornons à annoncer aujourd'hui.

A. D. L. R.

---

17.—SECOND RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS D'AURORE BORÉALE FAITES EN 1850—1851, par J.-H. LEFROY. (*Americ. Journ. of Sc. et Arts,* septembre 1852.)

M. Lefroy continue à enregistrer, à l'observatoire magnétique de Toronto, les observations d'aurores boréales qui sont faites sous sa direction, dans différentes stations, avec un soin et une attention dont il témoigne sa reconnaissance aux personnes qui veulent bien



s'en charger. Ces stations sont au nombre de treize, y compris Toronto lui-même; en y joignant les observations qui lui ont été transmises par les soins du professeur Henry, secrétaire de la *Smithsonian Institution* d'Amérique, M. Lefroy porte à cent environ le nombre des observateurs échelonnés de l'Atlantique au Mississipi.

Il a été souvent dit que l'aurore boréale se montre dans toutes les nuits claires. Cela peut être vrai d'une manière générale, mais non d'une station en particulier. Voici, pour la première fois, quelques observations précises qui semblent, en effet, confirmer cette opinion. Les observations ont commencé en octobre 1850. Or, dans ce mois, sauf pendant quatre nuits dont une présentait un ciel couvert partout, et l'autre était éclairée par la pleine lune, il y a eu des aurores boréales dans toutes les autres. En novembre 1850 il en a été de même, sauf pour deux nuits, dont l'une présentait pourtant un ciel assez clair et point de lune. En décembre 1850, sauf cinq nuits, et en janvier 1851, sauf deux, il y a eu apparition d'aurores boréales dans toutes les autres, faibles il est vrai, mais cependant bien visibles. En féyrier 1851 elles ont été beaucoup plus brillantes, et encore plus en février 1852. Une chose assez remarquable, c'est que l'aurore boréale est vue dans les stations plus orientales et plus méridionales avant le moment où elle est vue dans celles qui sont plus occidentales et plus septentrionales, quoiqu'on n'aperçoive pas de raisons pour lesquelles elle n'apparaîtrait pas aussitôt dans les dernières que dans les premières, une fois que la lumière du jour a complétement disparu.

Revenant aux observations d'aurores boréales, nous trouvons qu'en février et en mars, sauf deux ou trois nuits, il y a toujours eu apparition du phénomène. Deux tableaux donnent le nombre d'aurores boréales aperçues dans chaque mois de l'année, à différentes stations, soit en 1850, soit en 1851, formant un total de 261 nuits en 1850 et de 207 en 1851, pendant lesquelles il y a eu des aurores observées. Un autre tableau assez curieux contient le résultat d'observations simultanées, faites dans trois zones inégalement distantes du pôle magnétique, et comprises, la première entre

500 et 1000 milles de ce pôle, la seconde entre 1200 et 1500 milles et la troisième entre 1600 et 2000 milles. La comparaison des observations faites pendant les six mois d'hiver, d'octobre 1850 à mars 1851, montre que l'aurore a été vue 88 ¹/₂ fois sur 100 nuits, pendant lesquelles elle aurait pu être visible, dans la première zone, 80 sur 100 dans la seconde, et seulement 48 ¹/₂ sur 100 dans la troisième. Ce dernier résultat indique une diminution bien rapide dans la puissance des causes qui produisent ce phénomène à une distance qui excède 1600 milles du pôle magnétique. Il est bien probable que cela tient surtout à ce que le phénomène est seulement moins facilement visible à cette distance de son centre d'activité, parce que pour pouvoir y être aperçu, il faut qu'il occupe une étendue plus considérable dans le ciel.

Nous ajouterons aux renseignements que nous venons de puiser dans la notice de M. Lefroy, que de nombreuses observations d'aurores boréales faites en Amérique en 1849, 1850 et 1851, concurremment avec d'autres observations météorologiques, semblent indiquer une coïncidence remarquable entre un changement de temps et l'apparition du phénomène, mais en ce sens que l'aurore serait précédée et non suivie de ce changement. Elle est presque toujours précédée de pluie et surtout de neige. Cette observation serait assez d'accord avec celle qui a été déjà souvent faite, que l'apparition d'une aurore est presque toujours accompagnée ou précédée d'un halo lunaire, lorsque la lune se trouve visible alors à l'horizon. Or la présence d'un halo est l'indication certaine de la présence dans l'atmosphère de particules glacées et le plus souvent d'un nuage de neige. A. D. L. R.

---

## 18. — Description d'une machine calorique de la force de soixante chevaux.

Les journaux sont remplis, depuis quelque temps, de détails relatifs à l'invention au moyen de laquelle un savant suédois, M. Ericsson, établi aux États-Unis, fait marcher un navire, en employant uniquement de l'air fortement chauffé, à l'exclusion de la vapeur.



Malheureusement les descriptions de cette nouvelle machine sont toutes plus ou moins inexactes et incomplètes. C'est donc avec une véritable satisfaction que nous pouvons satisfaire la curiosité légitime de tous ceux qui s'intéressent aux progrès des applications de la science aux arts, en transcrivant la traduction que donne le *Journal des Débats* du 11 février 1853, d'un article emprunté au *New-York Daily Tribune*, dans lequel se trouve une description très-bien faite d'une machine calorifique de la force de soixante chevaux, qui, depuis un an, fonctionne à New-York, dans les ateliers de MM. Hogg et Delamater, les constructeurs de la machine de l'*Ericsson*, et qui ne diffère que par les dimensions de celle qui est établie à bord de ce navire. C'est plus, il est vrai, une exposition du système nouveau mis en œuvre par l'inventeur, qu'une description détaillée de toutes les parties de la machine; mais c'est précisément pour cela que ce morceau sera d'un intérêt plus général, ne s'adressant pas uniquement aux personnes versées dans la mécanique appliquée proprement dite, mais à tous ceux qui s'occupent de sciences.

Le principe mis en jeu dans la machine d'Ericsson est évidemment, comme on va le voir, le même que celui que Davy avait appliqué à la construction de sa lampe de sûreté, dans un but précisément contraire. C'est la propriété des mailles ou tissus métalliques de donner *promptement* à l'air la température qu'elles possèdent elles-mêmes. Dans la lampe de Davy, la flamme qui est un gaz en incandescence se refroidit assez en traversant le tissu métallique pour ne plus pouvoir enflammer le gaz qui est de l'autre côté du tissu. Dans la machine d'Ericsson c'est, au contraire, l'air froid qui, en traversant un tissu métallique entretenu à une haute température, prend immédiatement cette température. On connaît encore l'expérience par laquelle on éteint immédiatement une bougie allumée, en entourant sa flamme d'un anneau métallique qui lui enlève la chaleur qui la maintenait en incandescence. C'est toujours l'application du même principe... Mais passons maintenant à la description que nous avons annoncée.

« Cette machine, dit le *New-York Daily Tribune*, se compose



de quatre cylindres. Deux, de 72 pouces de diamètre chacun, sont placés l'un à côté de l'autre, et portent, chacun aussi, un cylindre beaucoup plus petit. Dans chaque cylindre court un piston qui le clôt hermétiquement. Les quatre pistons sont soudés deux à deux de façon à se mouvoir exactement ensemble dans chaque paire de cylindres superposés. Sous chaque cylindre inférieur, on voit un fourneau, mais il n'en existe pas d'autres, comme il n'est besoin ni de chaudières, ni d'eau. Le cylindre inférieur, le plus grand, s'appelle le cylindre d'action (*working cylinder*), et l'autre cylindre alimentaire (*supply cylinder*). Quand le piston descend dans le cylindre alimentaire, des soupapes placées à son sommet s'ouvrent, et il se remplit d'air froid ; quand, au contraire, il remonte, les soupapes se ferment, et l'air, qui ne peut plus s'échapper par le chemin qu'il a suivi pour entrer, passe par une autre série de soupapes dans un réservoir d'où il faut qu'il arrive au cylindre d'action pour forcer le piston à remonter. Lorsqu'il sort du réservoir pour remplir cette fonction, il traverse le régénérateur, appareil que nous décrirons tout à l'heure, où il est chauffé à environ 450 degrés Fahrenheit (215 degrés centigrades), et reçoit encore, en entrant dans le cylindre d'action, un supplément de calorique du feu qui est entretenu au-dessous de ce cylindre. Nous avons dit que le cylindre d'action a un diamètre plus grand que celui du cylindre alimentaire. Supposons, par exemple, que sa surface soit double. Il en résultera que la quantité d'air froid fournie par le cylindre alimentaire ne remplira que la moitié de l'autre. Mais nous avons dit que, pour y arriver, il passait par un régénérateur, et nous admettons encore qu'en entrant dans le cylindre d'action, il est chauffé à environ 480 degrés. Or, à cette température, l'air atmosphérique double son volume. Donc là quantité d'air atmosphérique qui était contenue dans le cylindre alimentaire est devenue capable de remplir un cylindre double de grandeur, et c'est avec cette capacité qu'il entre dans le cylindre d'action. Nous supposerons encore que la surface du piston de ce cylindre soit de 1,000 pouces carrés, et celle du cylindre alimentaire de 500 pouces seulement; l'air pèse sur ce dernier avec une force de pression que nous estimerons à 11 livres

par pouce carré, soit d'un poids total de 5,500 livres ; mais, quand il est échauffé, le même air pèse sur la surface du piston inférieur avec une force égale par pouce carré, ou, en d'autres termes, comme il est doublé de volume, avec une force totale de 11,000 livres. Il y a donc production d'une force qui, après avoir soulevé le poids du piston supérieur, laisse un surplus de 5,500 livres, si nous ne tenons pas compte des frottements. Cette différence, ce surplus représente la force d'action de la machine, et l'on comprendra facilement qu'après un premier coup du piston elle pourra continuer à fonctionner aussi longtemps qu'on fournira au cylindre d'action une chaleur suffisante pour dilater l'air à la proportion voulue, car aussi longtemps que les proportions ne sont pas dérangées entre les surfaces des deux pistons, et qu'on peut faire peser sur chacun d'eux une force égale par pouce carré, aussi longtemps le piston du plus grand cylindre fera mouvoir celui du plus petit, de même qu'un poids de deux livres placé dans le plateau d'une balance, fait monter l'autre plateau, si l'on n'y a mis qu'un poids d'une livre. Tel est, au fond, le mode d'action de la machine calorique.

« La partie la plus curieuse de cette machine, c'est l'appareil appelé régénérateur par M. Ericsson. On sait que dans la machine à vapeur, la puissance résulte de la chaleur dépensée pour produire la vapeur dans les cylindres, et que cette vapeur est anéantie par la condensation, aussitôt après avoir agi sur le piston. Or si, au lieu de se perdre ainsi, le calorique employé à produire la vapeur pouvait être renvoyé aux fourneaux et utilisé de nouveau à chauffer les chaudières, il ne serait plus besoin, une fois la pression obtenue, que de très-peu de combustible, juste ce qu'il en faudrait pour remplacer le calorique perdu par le rayonnement. Eh bien ! c'est cette condition de retour et de l'emploi presque indéfini du calorique, que le régénérateur est destiné à accomplir. Il se compose d'une série de disques en toile métallique, placés l'un à côté de l'autre, sur une épaisseur d'environ un pied. L'air est dirigé à travers les innombrables conduits formés par les intersections de tous les fils qui composent les disques avant d'arriver au cylindre d'action. Dans

ce passage, il est divisé en molécules si petites, qu'elles entrent toutes en contact avec le métal qui forme le tissu des disques. Supposons, en outre, comme d'ailleurs il arrive dans la réalité, que l'extrémité du régénérateur qui touche au cylindre d'action est chauffée à une température élevée : avant d'entrer dans le cylindre, l'air traverse cette substance échauffée, et dans ce passage il prend, comme le thermomètre l'accuse, environ 450 degrés de calorique sur les 480 qui sont nécessaires pour doubler son volume par la dilatation. Les 30 degrés qui manquent sont fournis par le feu que l'on entretient sous le cylindre. L'air est dilaté, il force le piston à monter ; puis, quand ce résultat est obtenu, des soupapes s'ouvrent, l'air emprisonné et chauffé à 480 degrés sort du cylindre et passe dans le régénérateur qu'il doit traverser avant d'abandonner la machine. Nous avons dit que l'extrémité de l'appareil voisine du cylindre est chauffée à une certaine température : il faut ajouter que l'autre extrémité reste froide sous l'action de l'air que lui envoie dans cette direction chaque coup de piston du cylindre alimentaire. D'un autre côté, à mesure que l'air qui arrive du cylindre d'action traverse le régénérateur, les fils du tissu métallique absorbent si énergiquement son calorique, qu'il en a été presque complétement privé, à 30 degrés près, lorsqu'il abandonne le régénérateur. En d'autres termes, l'air, avant d'entrer dans le cylindre d'action, reçoit du régénérateur une somme de calorique d'environ 450 degrés, et il ne sort du cylindre que pour aller restituer au régénérateur le calorique qu'il lui avait emprunté, et cela indéfiniment, les feux entretenus sous les cylindres n'étant appelés qu'à fournir les 30 degrés dont nous avons parlé pour remplacer les pertes produites par le rayonnement.

« Le régénérateur attaché à la machine de 60 chevaux, que nous avons étudiée en détail, mesure à l'intérieur 26 pouces de haut sur autant de large. Chacun des disques métalliques qui le composent représente une surface de 676 pouces, et son tissu métallique contient 10 mailles par pouce. Chaque pouce superficiel contient donc 100 mailles qui, multipliées par 676, donnent un total de 67,600 mailles par chaque disque, et comme ils sont au nombre de 200, il

s'ensuit que le régénérateur contient 13 millions 527,000 mailles; et comme il existe autant de petits espaces entre les disques qu'il y a de mailles, le nombre des cellules à travers lesquelles l'air se distribue est de plus de 27 millions. Par suite encore, il est évident que chacune des molécules dont se compose le volume de l'air est mise, lorsqu'elle traverse le régénérateur, en contact immédiat avec une surface métallique qui la chauffe et la refroidit alternativement. L'étendue de cette surface, quand on essaie de la calculer, surprend l'imagination. La longueur du fil employé dans chaque disque est de 1,140 pieds, et, par conséquent, dans le régénérateur tout entier, de 228,000 pieds, soit 41 milles et demi; il pourrait recouvrir une surface égale à celle de quatre chaudières de 40 pieds de long sur 4 pieds de diamètre; et cependant le régénérateur, qui présente cette vaste surface à la production du calorique, n'est qu'un solide de 2 pieds cubes, moins qu'un dix-neuf cent vingtième de la masse de ces quatre chaudières.

« Ce merveilleux moyen de produire et de reprendre le calorique constitue une des découvertes les plus remarquables qui aient été faites dans les sciences physiques. L'auteur avait depuis longtemps reconnu, et c'est la base sur laquelle se fonde la propriété la plus extraordinaire de la machine calorique, que l'air atmosphérique et les autres gaz permanents peuvent, en traversant une distance de six pouces seulement, et dans l'intervalle d'un cinquantième de seconde, acquérir ou perdre une température de plus de 400 degrés. Il a le premier découvert cette merveilleuse propriété du calorique, sans laquelle l'air atmosphérique ne pouvait pas être employé comme puissance motrice. Cela se comprend aisément. A moins d'être dilaté par la chaleur, l'air ne peut exercer aucune action sur le piston; et s'il fallait beaucoup de temps pour obtenir cette dilatation, le mouvement du piston en serait rendu si lent, qu'il serait impossible d'en tirer parti. Mais le capitaine Ericsson a démontré que la chaleur peut se communiquer à l'air atmosphérique et la dilatation s'obtenir avec une rapidité presque électrique, et qu'il est, par conséquent, éminemment capable d'imprimer la plus grande rapidité à toute espèce de machine. »

Les deux avantages fondamentaux que la nouvelle machine paraît présenter sur les machines à vapeur, sont, dit-on, une grande économie dans le combustible et l'éloignement de tout danger provenant de l'explosion des chaudières.

Nous reconnaissons que l'air demande beaucoup moins de chaleur pour acquérir une force élastique double, par exemple, de celle qu'il a naturellement, que la vapeur n'en exige pour sa formation, et pour arriver à une force élastique de deux atmosphères. Mais cet avantage réel, quand il s'agit des machines à basse pression, disparaît pour les machines à haute pression, telles que celles qu'on emploie pour les locomotives. Il serait absolument impossible de donner à l'air des températures telles que celles qui seraient nécessaires pour ces pressions de plusieurs atmosphères. Même aux pressions inférieures, le gain que l'on fait en employant un fluide (l'air atmosphérique) qui absorbe moins de chaleur, n'est-il pas en partie compensé par la perte bien plus grande que le refroidissement doit occasionner à cause de la nécessité de maintenir ce fluide à une température de 3 à 400 degrés; car on sait que la vitesse de refroidissement croit dans une proportion très-rapide avec l'élévation de la température. Au reste, l'expérience seule peut répondre victorieusement à cette objection. Mais un inconvénient qui me paraît devoir résulter de l'application du nouveau principe, c'est la prompte altération de ces nombreux tissus métalliques chauffés si fortement et exposés à l'action corrosive de l'oxygène de l'air.

Nous ne nierons pas la réalité du second avantage, l'éloignement des dangers provenant de l'explosion des chaudières. Mais nous ne pouvons nous empêcher de nous demander si cet avantage n'est pas amplement compensé par l'augmentation des chances d'incendie. La haute température à laquelle il faut maintenir les parties métalliques de l'appareil où l'air vient se réchauffer, l'absence de vapeur et, par conséquent d'humidité, ne peuvent-elles pas devenir, surtout avec un air aussi chauffé et desséché que celui qui agit dans la machine, des circonstances qui facilitent la communication du feu du foyer où il est alimenté aux parties voisines de la salle ou du bateau dans lesquels ce foyer est placé. L'expérience journalière ne nous

apprend-elle pas que ce danger est bien plus à craindre que celui des explosions?

En résumé, il nous semble que, pour le moment tout au moins, si la découverte de M. Ericsson réalise les espérances qu'elle semble donner, son application en sera bornée aux traversées de long cours, pour lesquelles on trouvera plus économique de charger le bâtiment d'une grosse machine avec peu de charbon, que d'une petite machine avec beaucoup de charbon. Mais dans les autres cas, où l'on peut facilement prendre en route du charbon, on trouvera longtemps plus avantageux, dût-on y rencontrer un peu moins d'économie, d'avoir plus de force et, par conséquent, plus de vitesse, en employant une machine à vapeur au lieu d'une machine à air.

---

19. — ÉTUDES SUR L'ÉMISSION DU SEL GEMME, par MM. DE LA PROVOSTAYE et DESAINS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 10 janvier 1853.)

Les auteurs ont été conduits à examiner expérimentalement le principe assez généralement admis depuis les recherches de M. Melloni, savoir, qu'une lame de sel gemme pur et poli transmet également les 0,923 de la chaleur incidente, quelle que soit sa nature, et n'en absorbe pas une quantité appréciable. Il faudrait, en effet, conclure de ce fait que, si le sel gemme peut s'échauffer, il ne peut s'échauffer que par contact, et que, lorsqu'on a élevé sa température, il ne doit émettre que des quantités de chaleur trop faibles pour être manifestées par des appareils les plus sensibles. Or, il résulte des expériences de MM. de la Provostaye et Desains :

1° Que le sel gemme ne transmet pas également toutes les espèces de chaleur, et que cette inégale transmission tient à une inégale absorption.

2° Que le sel gemme a un pouvoir émissif en relation avec son pouvoir absorbant.

Dix échantillons différents d'un grande transparence et d'un beau poli transmettaient environ 89 à 90 pour 100 de la chaleur

des lampes et de la chaleur solaire, mais ne laissaient passer que 83 à 84 pour 100 de la chaleur d'un tube à 100 degrés.

Pour établir la seconde proportion, les auteurs appliquaient fortement sur la paroi d'un cube, couverte de papier noir, une lame de verre à glace et une lame de sel gemme, de 5 millimètres d'épaisseur chacune; puis le cube étant rempli d'huile à une température un peu supérieure à 100 degrés, qu'on maintient constante, au bout d'un certain temps, quand l'équilibre s'était établi entre toutes les parties de l'appareil, on faisait rayonner les lames vers la pile thermo-électrique.

L'expérience a montré qu'en représentant par 1,00 ce qu'enverrait directement le papier noir, et par 0,90 l'émission du verre, celle du sel gemme était 0,94. D'où l'on peut conclure ce qui suit : Le papier émet 1,00 rayons, le sel gemme superposé en transmet 0,835, comme nous l'avons vu plus haut; la différence entre ce nombre et 0,94 qui représente l'émission totale, exprime l'émission propre du sel gemme employé qui est ainsi égale à 0,105.

D'autres expériences faites sur un système différent conduisent exactement au même résultat; nous ne nous arrêterons pas à les décrire, mais nous nous bornerons à donner le résumé des recherches de MM. de la Provostaye et Desains.

1° Malgré son extrême perméabilité par la chaleur, le sel gemme en absorbe néanmoins une partie appréciable.

2° La grandeur de l'absorption varie avec la qualité des rayons; elle est très-petite pour la chaleur solaire et pour la chaleur des lampes.

3° Avec les lames de faible épaisseur qui ont été employées, elle s'élève déjà à $^1/_{10}$ environ pour la chaleur des corps à 100°; d'où résulte qu'une pareille lame à 100°, placée dans une enceinte noircie à la même température, et perpendiculairement à la ligne qui joint deux éléments, enverrait vers la seconde 83,5 rayons transmis, 10,5 émis, 6 réfléchis, total 100, c'est-à-dire précisément ce qu'elle en aurait reçu.

---



20. — Sur le transport des fluides du pôle positif au négatif dans un circuit galvanique fermé, par M. Wiedemann. (Phil. Mag., décembre 1852, suppl.)

L'auteur a fait usage d'un diaphragme en terre poreuse, fermé par le bas et terminé supérieurement par une cloche de verre dont le pourtour était hermétiquement cimenté au bord du cylindre. Un tube de verre ajusté dans la tubulure de la cloche se recourbe horizontalement pour livrer passage aux liquides qui s'écoulent. Un fil partant du pôle négatif de la pile pénètre par le bas de la cloche dans l'auge poreuse et s'y termine par une feuille de platine ou de cuivre. A l'extérieur de cette auge on place une autre plaque de platine qui est liée au pôle positif de la pile. Le tout est placé dans un grand baquet de verre qu'on remplit d'eau, ainsi que l'intérieur du cylindre poreux. Dès qu'on eut fermé le circuit, en y intercalant un galvanomètre, on vit le liquide s'élever dans le cylindre poreux et s'écouler par le tube horizontal dans un vase pesé. Les résultats de l'expérience ont été :

1° La quantité de fluide qui passe en des temps égaux est proportionnelle à l'intensité du courant.

2° Cette quantité est, à conditions égales, indépendante de la grandeur de la surface poreuse conductrice.

Afin d'éviter toute incertitude provenant des lois de l'écoulement des liquides par de petites ouvertures, M. Wiedemann a mesuré l'énergie de l'action mécanique du courant en déterminant la hauteur de la colonne de mercure capable de faire équilibre à la puissance qui détermine le transport. Il a suffi, pour cela, d'attacher un manomètre à mercure à l'extrémité du tube horizontal. En variant les courants et les surfaces poreuses, on élevait le mercure à des hauteurs diverses, ce qui a montré que :

3° La hauteur à laquelle le courant fait monter le liquide est proportionnelle à l'intensité du courant, et en raison inverse de la surface poreuse libre.

4° En d'autres termes, la force avec laquelle une tension électrique agissant sur chaque face d'une section faite à travers un fluide

quelconque, pousse ce fluide du côté positif vers le négatif, cette force est équivalente à une pression hydrostatique qui est directement proportionnelle à cette tension.

On obtient ainsi une mesure simple de la tension électrique et de son action mécanique, exprimée à l'aide de la pression atmosphérique, et, par conséquent, de la pesanteur.

Les lois qui précèdent ne se vérifient que pour des fluides de la même nature. Quand des liquides différents sont exposés à l'action des courants, ce sont les moins conducteurs qui donnent lieu à la plus grande action mécanique. On ne possède pas encore toutes les données pour déterminer la liaison précise qui unit l'action mécanique avec la résistance Toutefois, des essais faits avec des solutions de sulfate de cuivre à divers degrés de concentration semblent montrer que les quantités de fluides transportés dans des temps égaux, par des courants d'égale intensité, sont à peu près proportionnelles aux carrés des résistances.

---

21. — Galvanomètre ou boussole des tangentes, par M. Gaugain. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 24 janvier 1853.)

M. Gaugain, dans une lettre adressée à M. Despretz, vient de communiquer à l'Académie un perfectionnement important, fondé sur un nouveau principe d'électro-dynamique, qu'il a introduit dans le galvanomètre soit la boussole des tangentes. Voici sa communication textuelle :

« Vous avez récemment communiqué à l'Académie un travail étendu sur la boussole des tangentes de M. Pouillet; il résulte de ce travail que les tangentes trigonométriques des déviations de l'aiguille de cet instrument ne sont pas rigoureusement proportionnelles aux intensités des courants électriques, du moins lorsque le cercle parcouru par le courant n'a pas de très-grandes dimensions.

« En réfléchissant sur les résultats que vous avez obtenus, j'ai été conduit à penser qu'il serait possible de rendre les intensités proportionnelles aux tangentes, en faisant subir à l'instrument une modification très-simple qui consisterait à placer le centre de l'ai-



guille aimantée en dehors et à une certaine distance du plan moyen du cercle parcouru par le courant.

« Pour soumettre cette idée à l'épreuve de l'expérience, j'ai fait construire par M. Froment, une boussole des tangentes dont le cercle peut se mouvoir parallèlement à lui-même, et se placer à diverses distances du centre de l'aiguille; au moyen de cette disposition, j'ai pu déterminer (par une méthode que je décrirai tout à l'heure) quelle est, pour chaque position du cercle, la valeur correspondante de l'*écart* (j'appelle ainsi la différence entre l'intensité véritable et l'intensité mesurée par la tangente de la déviation obtenue); je suis arrivé ainsi aux résultats suivants:

« Quand le cercle est d'un petit diamètre, et qu'il occupe la position ordinaire, c'est-à-dire que son centre coïncide avec celui de l'aiguille aimantée, la valeur de l'écart est très-notable quand la déviation est elle-même un peu grande; mais si l'on éloigne le cercle du centre de l'aiguille, on trouve que l'écart correspondant à une déviation déterminée va en diminuant à mesure que le cercle s'éloigne de l'aiguille. Quand il est arrivé à une certaine distance, l'écart est nul pour toutes les déviations; au delà de cette distance, l'écart reparaît avec un signe contraire, et sa valeur absolue va croissant avec la distance, du moins entre des limites assez étendues.

« J'ai successivement opéré avec deux cercles différents: l'un d'eux a 214 millimètres de diamètre, et j'ai trouvé qu'il devait être placé à 54 millimètres du centre de l'aiguille pour que l'écart devînt nul; le second cercle dont je me suis servi a 263 millimètres de diamètre, et j'ai trouvé qu'il fallait, pour faire disparaître l'écart, le placer à 66 millimètres du centre de l'aiguille. Or, 54 est à fort peu près le quart de 214, et 66 est aussi à très-peu près le quart de 263; cette observation conduit naturellement à penser que l'on peut construire une boussole des tangentes avec un cercle de diamètre quelconque, en s'assujettissant seulement à la condition de le placer à une distance du centre de l'aiguille égale au quart de son diamètre. N'étant pas assez familier avec l'analyse pour déterminer la relation qui doit exister, d'après la théorie d'Ampère,



entre le diamètre du cercle et sa distance au centre de l'aiguille, dans le cas ou l'écart devient nul, j'ai prié mon ancien camarade d'école, M. Bravais, de vouloir bien s'occuper de cette recherche; il a eu la bonté de le faire, et il est arrivé à démontrer, qu'*en général, si l'on soumet une aiguille aimantée à l'action d'un courant circulaire, et que la distance du centre de l'aiguille au plan du courant soit égale au quart du diamètre du courant, les tangentes des déviations obtenues sont presque rigoureusement proportionnelles aux intensités*. Les écarts dont il a calculé la grandeur sont des quantités tout à fait négligeables tant qu'on ne suppose pas le rayon du cercle plus petit que trois fois la longueur de l'aiguille (il est bien entendu que l'on suppose toujours le centre de l'aiguille placé sur la perpendiculaire au plan du courant circulaire, qui passe par le centre du cercle).

« Le principe que je viens d'énoncer permet de construire des rhéomètres à tangentes d'une très-grande sensibilité. Il est clair, en effet, que le lieu géométrique de tous les cercles propres à former des boussoles de tangentes, est un cône droit dont le sommet est au centre de l'aiguille, et dont il est aisé de déterminer l'angle; or, si l'on imagine qu'on ait enroulé, suivant la surface de ce cône, un fil métallique couvert de soie, chacun des tours de spire donnera des déviations dont les tangentes pourront mesurer l'intensité du courant, et il est évident que le *multiplicateur conique*, formé par la réunion de tous les tours de spire, jouira de la même propriété. J'ai fait exécuter un multiplicateur de cette espèce, à l'aide duquel on peut mesurer l'intensité de courants extrêmement faibles.

« Il ne me reste plus maintenant qu'à vous exposer la méthode expérimentale que j'ai employée pour arriver aux résultats que je viens de vous faire connaître. J'ai remplacé le large ruban de cuivre qui forme le cercle des boussoles de tangentes ordinaires, par quatre fils de cuivre couverts de soie, et ayant environ un millimètre de diamètre; j'ai fait passer le courant d'une pile constante tantôt dans un seul de ces fils, tantôt dans le circuit formé par les quatre fils accouplés bout à bout, et j'ai comparé entre elles les tangentes des déviations obtenues avec le circuit simple et



avec le circuit quadruple. Il est bien clair que si les quatre fils exercent séparément des actions égales sur l'aiguille, le courant qui les parcourt successivement produit une action quadruple de celle qui est exercée par un seul circuit, et il suffit, pour contrôler les indications de l'instrument, de rechercher si les tangentes des déviations sont entre elles dans le rapport de 4 à 1, et, si elles ne sont pas dans ce rapport, de calculer de quelle quantité elles s'en écartent.

« Pour que cette méthode conduise à des résultats exacts, il est indispensable de disposer les quatre fils de manière que leur action sur l'aiguille soit parfaitement égale. Je crois avoir atteint complétement ce résultat au moyen de la disposition que voici: Les quatre fils ont été roulés en hélices de même pas et de même diamètre autour d'un fil isolé de 2 millimètres environ (destiné seulement à servir de noyau), et le toron formé par le système des quatre hélices a été enroulé sur une gorge de poulie circulaire; chacun des courants héliçoïdaux pouvant être considéré comme équivalent à un courant circulaire dirigé suivant la circonférence qui sert d'axe commun aux hélices, il est clair que les quatre courants doivent être égaux entre eux; j'ai d'ailleurs constaté par expérience leur égalité.

« Pour que l'intensité du courant soit invariable, il est nécessaire, dans le cas où on le fait passer dans l'une des hélices seulement, d'introduire dans le circuit un *fil de compensation* dont la résistance soit égale à celle des trois hélices qui sont alors exclues; j'ai déterminé avec beaucoup de soin la longueur de ce fil; j'ai pris d'ailleurs toutes les précautions que vous recommandez, soit pour obtenir une pile aussi constante que possible, soit pour compenser les variations d'intensité que présente même la pile la plus constante. »

---

22. — SUR LA PERMÉABILITÉ DES MÉTAUX PAR LE MERCURE, par M. J. NICKLÈS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 17 janvier 1853.)

Dans le tome XIII, 1852, page 305 du *Silliman's American*



*Journal of Science*, M. Horsford publie les expériences sur l'action que le mercure exerce sur certains métaux; et qui font suite aux recherches de Messieurs Daniel et Henry. Ces chimistes avaient constaté ce fait remarquable, qu'en recourbant en siphon une tige de plomb ou d'étain, et en faisant plonger cette tige par la courte branche dans le mercure, ce métal pénètre dans la tige, la traverse au bout de quelque temps, et vient s'écouler par la longue branche comme à travers un siphon.

M. Horsford étudie le temps employé par le mercure à parcourir une certaine étendue de métal, et il étend ses expériences à l'étain, au zinc, au cadmium, au plomb, à l'argent, à l'or, au platine, au palladium, au fer, au cuivre et au laiton.

Les cinq premiers ont été trouvés perméables; mais, dit M. Horsford, le fer, le platine, le palladium, le cuivre et le laiton sont imperméables, à la température et sous la pression ordinaires.

Les résultats négatifs que le cuivre et le laiton ont fourni à M. Horsford proviennent évidemment du procédé qu'il a suivi; car j'ai positivement observé le contraire, il y a quelque temps déjà, et pendant que je m'occupais de recherches d'une autre nature.

Je me servais à cette époque d'une batterie Bunsen à zinc extérieur; les contacts formés de lames de cuivre, étaient rivés au zinc, et quand on amalgamait ce dernier, il arrivait fréquemment qu'il se répandait du mercure sur les contacts; or, au bout d'un certain temps, ces contacts étaient devenus cassants, et il était évident que la partie lésée n'était plus du cuivre, mais bien un amalgame de ce métal.

Cette observation me conduisit à faire des expériences sur d'autres métaux; j'arrivai ainsi à ce résultat général, savoir: que les métaux qui sont mouillés par le mercure sont perméables pour lui, et communiquent cette propriété aux alliages qui renferment une certaine proportion de métal perméable.

Les corps simples métalliques sur lesquels j'ai opéré sont: le zinc, le fer, le nickel, le cadmium, l'étain, le cuivre, le plomb, l'antimoine, l'argent, l'or et le platine. La manière dont j'ai procédé m'a été dictée par le fait même qui avait occasionné ces re-

cherches ; à l'aide d'un stylet, je traçais une rainure sur la lame en expérience, et j'introduisais un peu de mercure dans cette rainure. Pour hâter l'amalgamation, je faisais précéder le mercure métallique d'une goutte de bichlorure de mercure aiguisée d'acide chlorhydrique, de cette manière la surface du métal s'amalgamait instantanément, et devenait apte à retenir aussitôt la quantité de mercure nécessaire à l'effet que je voulais produire.

Une lame de zinc, de un millimètre d'épaisseur, cède ainsi au moindre effort au bout d'une minute, et se coupe en deux dans le sens de la rainure.

Une lame plus épaisse demande un peu plus de temps et une plus forte rainure pour se diviser. A six millimètres d'épaisseur, la lame à rainure amalgamée exigeait à peu près dix minutes, et un certain effort pour se couper ; mais, dans tous les cas, la cassure était nette et toujours dans le sens de la rainure.

Après le zinc, viennent le cadmium et l'étain, puis le plomb, l'argent, l'or et enfin le cuivre ; tous ces métaux s'amalgament, le mercure s'y infiltre au bout d'un temps plus ou moins long, et les rend cassants.

Les résultats ont été négatifs pour le fer, le nickel, l'antimoine et le platine ; mais les alliages, tels que le bronze et le laiton, ont manifesté, à un haut degré, le phénomène qui m'occupe. Il est aisé de s'en assurer : quand on amalgame une lanière de laiton, on peut, au bout de quelques minutes, la réduire en fragments sous la pression du pouce et de l'index ; une lame de 4 millimètres n'a pu être coupée que dix minutes après que le mercure eut été appliqué.

Un alliage formé de parties égales d'antimoine et d'étain ne paraît pas impressionné par le mercure ; l'alliage Chaudet (3 — 4 pour 120 Sb, 96 — 97 pour 100 Sn), très-élastique d'ailleurs, s'amalgame instantanément et se coupe sans peine.

On voit donc que si la perméabilité du cuivre et du laiton ne peut pas être mise en évidence par le procédé Horsford, qui est basé sur la capillarité, on peut constater cette propriété en suivant une marche inverse, c'est-à-dire en provoquant l'infiltration.

———



23. — **Note sur des composés chimiques, produits au contact des solides et des liquides, en vertu d'actions lentes,** par M. Becquerel. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 31 janvier 1843.)

M. Becquerel est le premier physicien qui ait découvert ces actions lentes si remarquables qui résultent de la force à la fois physique et chimique qu'on nomme électro-chimique. Voici de nouveaux résultats que cet habile et infatigable physicien a obtenus au moyen de ces actions. Nous nous bornerons à transcrire exactement l'extrait abrégé que M. Becquerel a donné lui-même de ses nouvelles recherches.

« Les effets chimiques produits au contact des solides et des liquides, en vertu d'actions lentes, qu'ils proviennent de doubles décompositions avec ou sans le concours des forces électriques, ou bien de simples actions de contact, ces effets, peu importe leur origine, ne cessent de m'occuper à raison de leurs relations avec ceux que l'on obtient seulement à l'aide des forces électro-chimiques. Les résultats nouveaux que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie prouvent la fécondité des méthodes d'investigations au moyen desquels on met en jeu les affinités dans le contact des solides et des liquides.

« *De la silice et du quartz* ($Si\,O^3$). — La silice se présente ordinairement dans la nature à l'état de quartz non soluble dans les alcalis, et quelquefois à l'état de silice hydratée soluble dans les alcalis, comme dans les opales et les dépôts formés par les eaux minérales.

« On doit à M. Ebelmen des recherches intéressantes sur la production de la silice hydratée dure et transparente comme le cristal de roche, que l'on obtient en abandonnant l'éther silicique à l'action de l'air humide ; cette silice a pour formule $(Si\,O^3)^2\,3\,HO$, et sa densité est 1,770. Ce procédé n'est pas évidemment celui de la nature.

« D'un autre côté, M. de Senarmont a démontré qu'en chauffant lentement à 200 ou 300 degrés, sous une certaine pression, une



solution de silice dans l'eau chargée d'acide carbonique ou dans une solution d'acide chlorhydrique étendue, on obtenait de la silice anhydre, sous la forme de quartz, insoluble par conséquent dans tous les dissolvants, excepté dans l'acide fluorhydrique. La nature a pu employer, et je dirai plus, a dû employer ce mode de formation, attendu que les conditions dans lesquelles M. de Senarmont a opéré, savoir : solution de la silice dans l'acide carbonique, température de 200 à 300 degrés, pression considérable, doivent se trouver réunies à une certaine profondeur au-dessous de la surface terrestre.

« Enfin M. Fremy est parvenu récemment à obtenir de la silice hydratée solide, en décomposant le sulfure de silicium par l'eau et dans des conditions qui doivent se présenter naturellement. D'un autre côté, M. Crosse, au moyen de batteries voltaïques composées d'un grand nombre de couples faiblement chargés, a décomposé lentement une solution de silice dans la potasse ou l'acide hydrofluosilicique, de manière à obtenir à l'un des pôles, suivant le rôle que jouait la silice dans la combinaison, des cristaux prismatiques de quartz avec pyramides au sommet. Ce procédé ne saurait être un de ceux que la nature a employés pour la formation des cristaux de quartz ; mais je dois néanmoins le mentionner.

« J'ai cherché s'il n'était pas possible, à l'aide de la méthode des doubles décompositions lentes qui m'a déjà servi à obtenir la malachite (carbonate bibasique hydraté de cuivre) et un certain nombre d'autres composés, de former le quartz et la silice hydratée rayant le verre. A cet effet, j'ai mis dans un bocal, qu'on a fermé avec un bouchon, une solution très-étendue de silicate de potasse (environ un demi litre) avec plusieurs lames de chaux sulfatée en fer de lance ; la fermeture étant imparfaite, l'acide carbonique a pénétré peu à peu dans le bocal ; il s'est formé aussitôt du carbonate de potasse qui a réagi immédiatement sur le sulfate de chaux, d'où est résulté du sulfate de potasse et du carbonate de chaux qui a cristallisé. En même temps il s'est précipité de la silice qui s'est agglutinée au point de rayer le verre, en formant des grains ou des plaques de cinq à six centimètres de superficie. Ces plaques pré-

sentent une tendance à la formation coralloïde; la silice qui les compose renferme 12 p. 100 d'eau.

« Il s'est déposé en outre, au fond du bocal, de la silice en parties très-ténues, ayant la même dureté que la précédente. Cette silice, traitée à chaud par une solution de potasse, a laissé au fond de la capsule des lamelles transparentes, qui, vues entre deux prismes de Nichol, ont donné les couleurs propres aux cristaux doués de la double réfraction, comme s'en est assuré M. G. Rose lui-même. Ces lamelles appartenaient donc au quartz.

« On voit par là que la silice s'est précipitée dans les différents états que je viens d'indiquer, à l'instant où l'acide carbonique de l'air qui entrait dans le bocal s'est combiné avec la potasse tenant en dissolution la silice, et en même temps que le carbonate de potasse formé réagissait sur le sulfate de chaux pour le décomposer. C'est à cette double réaction qu'il faut attribuer les effets produits.

« *Double carbonate de cuivre et de soude* ($NaO, CaO, 2CO^2$). —Dans le mémoire que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des sciences (séance du 19 avril 1852), j'ai dit que l'on obtenait le cuivre carbonaté bibasique (malachite) $(CuO)^2, CO^2, 2HO$, en laissant plongé pendant un certain temps un morceau de calcaire recouvert de sous-azotate de cuivre cristallisé $(CuO)^4, Az^5\ 3HO$, dans une solution un peu étendue de bicarbonate de soude, et que si l'action se prolongeait au delà du terme où la transformation de sous-azotate en carbonate bibasique était terminée, le carbonate se décomposait lui-même, et il se produisait un double carbonate de cuivre et de soude d'une couleur bleue claire, en très-petits cristaux adhérant assez fortement au calcaire.

« A l'époque où je rédigeai mon mémoire, je fis plusieurs préparations avec l'intention de les abandonner aux actions spontanées pendant plusieurs mois. En novembre dernier, je retirai de la dissolution de bicarbonate de soude, les morceaux de calcaire recouverts de sous azotate de cuivre qui y avaient été mis six mois auparavant; je trouvai le carbonate bibasique en grande partie décomposé et transformé en double carbonate de cuivre et de soude, en jolis cristaux non plus microscopiques comme les précédents, mais



en cristaux déterminables ; ces cristaux sont des prismes droits rhomboïdaux avec des sommets en biseaux.

« *Arséniate bibasique de chaux et d'ammoniaque.* — Lorsqu'on laisse en contact pendant des mois, des années, un morceau de calcaire, tel que de la craie, avec une solution saturée d'arséniate d'ammoniaque, en grand excès, on commence à apercevoir au bout d'un certain temps, sur la surface du calcaire, des cristaux transparents et d'une grande netteté ; ces cristaux, dans une préparation que j'ai faite au commencement de 1852, ont aujourd'hui plus de 1 centimètre de côté.

« La forme principale de ces cristaux est un prisme oblique rhomboïdal, l'angle de M sur M (faces verticales l'une sur l'autre) est de 93 degrés ; l'angle de P sur M (la base sur l'une des faces verticales) est de 73°,35.

« L'un des cristaux présente des modifications très-nettes sur les arêtes B et sur les arêtes D de la base ; ces modifications indiquent un double biseau constituant une pyramide à quatre faces sur chacune des bases.

« Ces cristaux s'effleurissent assez rapidement à l'air en perdant de l'ammoniaque et de l'eau ; l'analyse, que je n'ai pu répéter faute de matière, semble indiquer qu'ils appartiennent à un double arséniate de chaux et d'ammoniaque très-hydraté.

« Il était à présumer que les autres bases terreuses, telles que la baryte, la strontiane, la magnésie, etc., se comporteraient comme la chaux, dans la réaction de leurs carbonates sur l'arséniate d'ammoniaque ; j'ai dû, en conséquence, disposer des appareils pour vérifier cette conjecture ; quelques jours après j'ai vu apparaître, sur la surface des carbonates, des cristaux en aiguilles qui ne peuvent appartenir qu'à des combinaisons doubles d'arséniate d'ammoniaque et d'arséniate à base terreuse. Lorsque ces cristaux seront formés en quantités suffisantes, j'en ferai l'analyse pour fixer définitivement la composition de cette nouvelle série de corps.

« Je ne veux pas omettre une circonstance qui n'est pas sans quelque importance pour la géologie.

« Les minéralogistes ne sont pas d'accord sur la composition de la chaux arséniatée, appelée jadis *pharmacolite*, ce qui semblerait

faire croire qu'il existe plusieurs combinaisons naturelles de chaux et d'acide arsénique. M. Dufrénoy, en raison de cela, est disposé à croire que ce composé est le produit de la décomposition de minéraux arsénifères, et que fréquemment il renferme un excès de base et de l'eau hygrométrique qui changent toutes les proportions. J'ajouterai que tous les cristaux naturels sont la plupart du temps effleuris et se présentent sous l'aspect des cristaux de double arséniate de chaux et d'ammoniaque, qui ont perdu leur ammoniaque et une partie de leur eau de cristallisation, quand ils ont été exposés au contact de l'air ; seulement la composition des deux espèces de cristaux n'est pas la même : l'arséniate naturel, à part la proportion d'eau, est formé de 2 équivalents de chaux et de 3 équivalents d'acide arsénique, ou de 1 de l'un et 2 de l'autre, tandis que l'arséniate de chaux, tel que je le prépare, contient 2 équivalents de chaux et 1 d'acide arsénique.

« Pendant la décomposition des arséniates métalliques, il peut se faire qu'il se forme des arséniates alcalins qui, en réagissant sur le carbonate de chaux, produisent de la chaux arséniatée.

« On peut obtenir aussi le double arséniate de chaux et d'ammoniaque, et, par suite, l'arséniate de chaux, en mettant en digestion, dans une solution d'arséniate d'ammoniaque marquant 10 degrés, des lames de chaux sulfatée ; au bout de quelques mois, on aperçoit, sur la surface du minéral, des cristaux aciculaires qui, suivant toutes les apparences, ont la même composition chimique que le double arséniate précédemment décrit.

« En terminant j'indiquerai encore quelques préparations qui ne sont pas sans intérêt.

« Lorsqu'on fait réagir lentement du calcaire recouvert de sous-azotate de cuivre, sur une solution saturée de chromate neutre ou de bichromate de potasse, on obtient, en premier lieu, du chromate de cuivre d'une couleur vert clair, en cristaux microscopiques ; en second lieu, un chromate de la même base également en cristaux microscopiques, mais d'une couleur brun-rouge.

« Le cyanure de cuivre cristallisé, obtenu de la même manière, est rouge lie de vin ou grenat foncé. »

## CHIMIE.

24. — SUR LA COMPOSITION DE L'IODURE D'AZOTE, par M. R. BUNSEN. (*Ann. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXIV, page 1.)

Plusieurs chimistes ont cherché à déterminer la composition de l'iodure d'azote, sans parvenir à des résultats parfaitement décisifs. L'analyse de ce composé présente, en effet, une difficulté particulière. La facilité et la violence avec laquelle il se décompose avec explosion, lorsqu'il est sec, s'opposent absolument à ce qu'on le manie dans cet état et empêchent, par conséquent, que l'on en soumette à l'analyse un poids déterminé. Sa composition ne peut être établie que par l'étude des produits qui résultent de sa destruction et des proportions relatives dans lesquelles ils se forment. C'est ce qu'avait déjà fait M. Bineau[1], en décomposant l'iodure d'azote par l'acide sulfhydrique, qui le convertit en ammoniaque et acide iodhydrique; ce savant avait conclu de ses recherches que la composition de ce corps était représentée par la formule $Az\,I^2\,H$ ou $Az\,H^3, 2\,Az\,I^3$. M. Bunsen vient de reprendre la même question, et est parvenu à des résultats un peu différents. Il emploie l'acide chlorhydrique pour décomposer l'iodure d'azote, et il s'est assuré qu'il ne se forme pas d'autre produit, dans cette décomposition, que de l'ammoniaque et du chlorure d'iode I Cl, sans acide iodhydrique. Ayant constaté que ce chlorure d'iode est bien formé d'équivalents égaux de chlore et d'iode, il n'y avait plus qu'à comparer les quantités d'ammoniaque et de chlorure d'iode formées dans cette réaction pour en déduire la composition de l'iodure d'azote.

De l'iodure d'azote ayant été préparé en mêlant des dissolutions d'iode et d'ammoniaque dans l'alcool anhydre, sa décomposition a produit deux équivalents d'ammoniaque pour trois de chlorure d'iode, résultats qui exigent de formuler la réaction de la manière suivante :

$$2\,Az\,H^3 + 3\,I\,Cl = 3\,H\,Cl + Az^2\,H^3\,I^3.$$

[1] Annales de Chimie et de Physique, 3me série, tome XV, p. 71.



Cet iodure d'azote a donc une composition exprimée par la formule :

$$Az^2 H^3 I^3 \text{ ou } Az H^3, Az I^3.$$

Un autre produit a été préparé en précipitant par l'ammoniaque aqueuse une dissolution d'iode dans l'eau régale étendue d'eau. La décomposition de ce produit par l'acide chlorhydrique a donné $1\,{}^1/_4$ équivalents d'ammoniaque pour 3 équivalents de chlorure d'iode, ce qui conduit à représenter cette décomposition par l'équation suivante :

$$5 Az H^3 + 12 I Cl = 12 H Cl + Az^5 H^3 I^{12},$$

et à exprimer, par conséquent, la composition de l'iodure obtenu dans des dissolutions aqueuses par la formule :

$$Az^5 H^3 I^{12} \text{ ou } Az H^3, 4 Az I^3.$$

Il paraît, d'après cela, que le corps désigné sous le nom d'iodure d'azote résulte toujours de la combinaison d'un véritable iodure d'azote, jusqu'ici hypothétique, avec une proportion variable d'ammoniaque. M. Bunsen s'est assuré d'ailleurs qu'on ne peut point lui enlever cette ammoniaque par des lavages.

Il est fort probable que les deux composés obtenus par M. Bunsen ne sont pas les seuls qui puissent prendre naissance ; et que quelque modification apportée dans la méthode suivie pour la préparation de l'iodure d'azote aurait donné lieu à un produit analogue à celui qu'avait analysé autrefois M. Bineau.

---

25. — SUR DE NOUVELLES COMBINAISONS DU TELLURÉTHYLE, par M. F. WÖHLER. (*Ibidem*, p. 69.)

M. Mallet a montré[1] que le composé autrefois découvert et décrit par M. Wöhler sous le nom de tellurure d'éthyle ou éther tellurhydrique, $C^4 H^5 Te$, joue le rôle d'un radical métallique, comme le stibioéthyle, les stannéthyles, etc. M. Wöhler complète aujourd'hui l'étude de ce corps par la description de quelques composés nouveaux que nous allons indiquer rapidement.

[1] Voyez Bibl. Univ. (Archives), tome XVIII, page 220.



*Oxychlorure de telluréthyle*, $C^4 H^5 Te O + C^4 H^5 Te Cl$. Ce composé s'obtient en dissolvant le chlorure de telluréthyle dans de la potasse ou de l'ammoniaque caustique et faisant cristalliser; il est peu soluble dans l'eau froide et se sépare ainsi facilement du chlorure de potassium ou d'ammonium. Il se présente en cristaux prismatiques à six pans. Il se dissout dans l'alcool, surtout à chaud. L'acide chlorhydrique versé dans sa dissolution en précipite le chlorure de telluréthyle. L'acide sulfurique donne lieu au même produit, mais il reste dans la liqueur du sulfate de telluréthyle.

*Bromure de telluréthyle*, $C^4 H^5 Te Br$. Il se produit quand on verse de l'acide bromhydrique dans une dissolution de l'oxychlorure précédent, ou d'azotate de telluréthyle. C'est un liquide huileux, insoluble dans l'eau, d'un jaune pâle, sans odeur, qui paraît avoir un point d'ébullition très-élevé.

*Iodure de telluréthyle*, $C^4 H^5 Te I$. Il s'obtient comme le composé précédent, en remplaçant l'acide bromhydrique par l'acide iodhydrique; il se forme également en traitant le chlorure de telluréthyle par l'acide iodhydrique. C'est une poudre d'un jaune orangé, qui fond vers 50 degrés, en un liquide pesant d'un jaune rougeâtre et se prend par le refroidissement en une masse cristalline, feuilletée. Il se dissout à chaud dans l'alcool et cristallise par refroidissement en prismes longs et minces.

L'oxybromure et l'oxyiodure se préparent comme l'oxychlorure et présentent la plus grande analogie avec lui.

L'acide cyanhydrique demeure sans action soit sur l'oxychlorure, soit sur l'oxyde de telluréthyle.

L'acide fluorhydrique forme avec l'oxyde de telluréthyle un composé soluble et cristallisable. Le fluor se distingue complétement sous ce rapport des autres métalloïdes halogènes.

La décomposition des composés précédents par les sels d'argent donne naissance à une nouvelle série de sels.

*Sulfate de telluréthyle*, $C^4 H^5 Te O, HO + C^4 H^5 Te O, SO^3$. Ce sel s'obtient en mêlant des dissolutions de sulfate d'argent et d'oxychlorure de telluréthyle. Il est assez soluble dans l'eau, cristallise en petits prismes incolores.

*Oxalate de telluréthyle*, $C^4 H^5 Te O, HO + C^4 H^5 Te O, C^2 O^3$. Produit par la réaction de l'oxalate d'argent sur l'oxychlorure de telluréthyle en présence de l'eau. Il est peu soluble dans l'eau, cristallise en petits cristaux prismatiques groupés.

Ces deux sels ont la constitution de sels basiques, cependant leur réaction est acide. M. Wöhler n'a pas pu déterminer s'ils contiennent la même base que les sels étudiés par M. Mallet, ou si c'est une base différente ayant un équivalent deux fois plus considérable. Les essais qu'il a tentés pour isoler la base de ces sels n'ont pas complétement réussi. Il paraît qu'elle se décompose très-facilement, et ne peut guère être obtenue à l'état solide. Lorsqu'on chauffe l'azotate ou l'oxychlorure de telluréthyle avec une dissolution concentrée de potasse, la base se sépare en gouttes huileuses, exhalant l'odeur du telluréthyle, mais qui disparaissent par l'addition d'eau.

Il est probable que le méthyle et les autres radicaux alcooliques fourniront des séries de composés analogues.

L'auteur termine par l'indication des précautions à prendre pour la préparation la plus avantageuse du telluréthyle; ces détails seront utiles pour ceux qui voudraient répéter ces expériences.

---

26. — NOTE SUR L'ORIGINE DE L'ACIDE RACÉMIQUE, par M. L. PASTEUR. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 3 janvier 1853.)

Les belles recherches de M. Pasteur sur l'acide racémique ou paratartrique ont appelé l'attention sur ce singulier produit, et fait rechercher quelle pouvait être son origine. On sait, en effet, que cet acide a été obtenu en quantité considérable, en 1820, par M. Kestner, dans sa fabrique d'acide tartrique de Thann. Mais depuis cette époque il avait cessé de se produire. Ce fabricant n'avait point cependant changé ses procédés de fabrication, mais il s'est rappelé plus tard, qu'à cette époque, il faisait venir une partie de ses tartres d'Italie.

M. Pasteur, encouragé par l'Académie des sciences à rechercher



l'origine de cet acide, a parcouru dans plusieurs contrées des fabriques d'acide tartrique; il a vu l'acide racémique se produire en petite quantité dans plusieurs d'entre elles, et, en étudiant toutes les circonstances relatives à cette fabrication, il est parvenu à résoudre cette question d'une manière satisfaisante.

L'acide racémique ne paraît être, dans aucun cas, un produit artificiel de la fabrication, mais il existe tout formé, et en quantités probablement très-variables, dans les tartres de certaines contrées, tandis que d'autres n'en contiennent pas d'une manière sensible. Il existe surtout dans les tartres bruts, se rencontre en moindre proportion dans les tartres demi-raffinés et disparaît presque complétement dans les tartres complétement raffinés; aussi l'a-t-on vu apparaître peu à peu dans plusieurs fabriques par la substitution des tartres bruts aux tartres raffinés. Enfin, dans le procédé de fabrication habituellement usité, où l'on fait servir les eaux mères d'une opération au traitement d'une nouvelle quantité de tartre, l'acide racémique s'accumule de plus en plus dans les eaux mères et ne cristallise avec l'acide tartrique que lorsqu'il dépasse une certaine proportion, de telle sorte que ce n'est qu'après plusieurs mois, quelquefois après deux ou trois ans de travail de certaines qualités de tartre, qu'on le voit apparaître.

Il résulte aussi des observations de M. Pasteur, que l'acide racémique est plus abondant dans les tartres de Naples, de Sicile, d'Oporto; que ceux d'Autriche, de Hongrie, de Styrie en renferment aussi, mais en moindre quantité. De son côté, M. Kestner vient de constater que l'introduction, dans sa fabrique, de tartres bruts de Toscane, a fait reparaître l'acide racémique à la troisième cristallisation. Il a pu en retirer aussi d'un tartrate de chaux provenant de la précipitation des eaux mères d'une fabrique qui opérait avec des tartres de Saintonge. Ainsi les tartres de certaines parties de la France en contiennent aussi. Mais tant qu'il n'a employé que des tartres d'Alsace et de Bourgogne, même à l'état brut, il n'a point obtenu d'acide racémique.

27. — SUR LES COMBINAISONS DE LA GLYCÉRINE AVEC LES ACIDES, par M. BERTHELOT. (*Ibidem.*)

Depuis longtemps les chimistes s'accordent à considérer la glycérine comme un corps analogue aux alcools, et les graisses par conséquent comme correspondant aux éthers. On pouvait cependant objecter à cette théorie l'impossibilité de reproduire les graisses par la combinaison de la glycérine avec les acides, tandis qu'on réussit bien à préparer les éthers. M. Pelouze, le premier, a annoncé qu'il avait réussi à préparer une graisse artificielle, la butyrine, par la combinaison directe de l'acide butyrique avec la glycérine. M. Berthelot annonce maintenant qu'en suivant la même voie, il est parvenu à obtenir des combinaisons analogues, et ayant réellement les caractères de matières grasses, avec l'acide acétique, l'acide valérianique, l'acide benzoïque, l'acide sébacique, etc. Il produit ces combinaisons en mêlant l'acide sec avec la glycérine sirupeuse, chauffant le mélange à 100 degrés et y faisant passer un courant de gaz chlorhydrique; il faut ensuite laisser réagir les matières pendant plusieurs jours, souvent plusieurs semaines, et réitérer au besoin l'action de l'acide chlorhydrique.

Ces combinaisons sont oléagineuses, peu ou point solubles dans l'eau, neutres, incapables de s'unir aux carbonates alcalins, mais saponifiables par les alcalis caustiques. La combinaison acétique (acétine) est notablement soluble dans l'eau; elle a une odeur agréable qui rappelle celle de l'éther acétique, et peut être volatilisée sans altération.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

28. — FER NATIF DANS DU BOIS PÉTRIFIÉ, par M. BAHR. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Stockholm,* 1851, p. 100.)

M. Bahr a trouvé du fer métallique disséminé dans du bois pétrifié provenant de troncs ou de tronçons d'arbres qui ont crû sur une île flottante du lac Ralongen en Smaland. On appelle en Suède îles flottantes, des îles qui apparaissent de temps en temps pendant



quelques jours au-dessus du niveau de l'eau, en automne, ordinairement pendant les mois d'août ou de septembre, puis qui disparaissent de nouveau, et restent quelquefois plusieurs années submergées. L'île en question paraît être une langue de terre qui a été jadis submergée par une inondation, et qui était boisée, car elle est couverte de troncs d'arbres, dont quelques-uns présentent encore du bois frais que l'on peut scier et que l'on reconnaît être du bois de pin.

Les échantillons qui ont été soumis à l'analyse avaient été détachés du plus gros tronc par le propriétaire de l'endroit, le comte Sparre, lorsque, après quatre années d'immersion dans le lac, l'île apparut au-dessus de la surface en 1798. Ce gros tronc porte des inscriptions qui indiquent les époques antérieures auxquelles l'île avait été visible.

Au premier aspect, ce bois pétrifié ressemble à du fer des marais, mais en l'examinant de plus près, on y reconnaît parfaitement la structure du bois, et la forme des cellules prouve qu'il a appartenu à un arbre à feuilles larges, probablement à un chêne.

Il est plus dur, mais moins friable que le fer des marais; la poudre en est d'un brun jaunâtre; la pesanteur spécifique 3,854 à 3,940. Toutefois, ces chiffres ne sont pas parfaitement rigoureux, parce que le fer n'est pas répandu assez uniformément dans toute la masse, et qu'il s'y trouve des cavités qui renferment de l'air qu'on ne peut pas réussir à expulser complétement par l'ébullition.

Ce fossile se laisse aisément pulvériser dans le mortier, mais l'on sent sous le pilon des grains de fer durs qui résistent; la lime fait apparaître partout des points brillants de fer métallique; ce dernier se présente tantôt à l'état pulvérulent, tantôt en grains ronds ou à angles arrondis, tantôt en lamelles. Quelques-uns de ces grains pesaient près d'un décigramme. Lorsqu'on sépare, au moyen d'un tamis, la poudre grossière de la poudre fine, on peut, avec l'aimant, soutirer de celle-ci une poussière de fer métallique qui dégage de l'hydrogène au contact de l'acide chlorhydrique. Les grains de fer métallique qui se trouvent mélangés avec la poudre grossière se séparent facilement de l'hydrate ferrique non magnétique; ils sont

très-poreux, se laissent applatir sous le marteau et donnent à la distillation sèche des traces de matières organiques, ce qui ne permet pas d'en déterminer exactement la pesanteur spécifique : l'expérience a donné un résultat variant entre 6,248, 6,497 et 6,625 ; ce dernier a été obtenu avec des grains qui avaient été applatis sous le marteau et qui avaient, par conséquent, une densité plus grande.

En examinant, à l'aide d'un fort grossissement, une parcelle de la masse comprise entre les grains de fer, après l'avoir humectée avec une goutte d'acide chlorhydrique, pour dissoudre l'hydrate ferrique, l'on voit apparaître très-distinctement le squelette de la matière ligneuse avec la structure des cellules organiques et même des faisceaux de vaisseaux, que M. le professeur Wahlberg a déclaré appartenir à des arbres à feuilles larges.

En plongeant un morceau du minéral poli dans une dissolution étendue de sulfate cuivrique, le cuivre s'est déposé sous formé de réseau à mailles hexagonales plus ou moins allongées. Cette disposition du dépôt de cuivre indiquait qu'on avait poli une section transversale du bois. Avec un autre morceau traité de la même manière, la section longitudinale est apparue encore plus distinctement. Dans une expérience comparative faite avec un morceau de fer de Pallas, le cuivre s'est aussi déposé inégalement, mais sans présenter le moindre caractère de structure organique.

D'après l'analyse, les grains de fer métallique renferment, outre le fer, du vanadium, un peu de nickel et de cobalt, des traces de manganèse, très-peu de chaux, de magnésie et d'alumine, de l'acide phosphorique et de l'acide silicique.

Ces expériences, que l'auteur a faites en vue de chercher à prouver que le fer métallique qui se trouve dans ce bois pétrifié est du fer natif et ne provient point de fer ouvré, qui aurait été introduit fortuitement dans l'arbre, sous forme de clous ou de débris d'outils, paraissent effectivement confirmer son opinion.

M. Bahr suppose que ce fer natif est dû à la réduction de sels de fer dans des circonstances favorables, peut-être sous l'influence de quelque action électrique entre la substance cellulaire et les matières incrustantes.



S'il en est réellement ainsi, c'est, peut-être, le premier exemple bien constaté de fer natif tellurique, et, de ce point de vue, il est très-remarquable.

---

29.—SUR LES MINES DE DIAMANTS DE GOLCONDE, par M. WALKER. (*Madras Journ. of Litterature and Science*, vol. XVI, décembre 1850.)

Les richesses métalliques du Deccan se bornent à une certaine quantité de quartz hyalins de diverses couleurs, à des grenats et à des améthistes de si peu de valeur, qu'on les pile pour en recomposer un ciment dont on fait des meules à aiguiser les sabres et la coutellerie. Les fameuses mines de diamants, qui ont autrefois fourni la *Montagne de lumière* (Koh-y-Nor), se trouvent à Purteal, entre Hyderabad et Masulipatam. La couche exploitée recouvre du granit; mais, parmi un nombre considérable d'excavations et de tertres produits par les déblais, il ne s'en trouve plus que deux en exploitation. Ils sont affermés par le gouvernement à des paysans pour la somme de moins de vingt-cinq francs par an, et si les fermiers y trouvent des pierres pour la valeur de quatre à cinq roupies (10 à 12 fr. 50) par mois, ils s'estiment heureux de leur marché. Tel est l'état où se trouvent réduites les *mines de Golconde*.

---

30. — RECUEIL D'OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN SIDÉROLITIQUE DANS LE JURA BERNOIS ET PARTICULIÈREMENT DANS LES VALLÉES DE DÉLÉMONT ET DE MOUTIER, par M. QUIQUEREZ. (*Nouv. Mém. de la Société helvétique des Sciences natur.*, 1852, tome XII.)

Cette formation extraordinaire n'appartient ni aux terrains de sédiments ni aux terrains ignés qui ont fait éruption à la surface du globe, elle se rattache aux terrains *Geysériens* de M. Dumont, et les matériaux qui la constituent ont été amenés à la surface du globe par des courants d'eau plus ou moins boueux accompagnés d'éruptions gazeuses. Elle est peu répandue, ou, au moins, sa

présence n'a été constatée que dans peu de localités. Elle n'a guère été reconnue que dans le Jura du nord de la Suisse, par M. Gressli (*Mémoires de la Société helvétique*, tome V), et dans les environs de Genève. Quoique les minerais de fer semblables à ceux qui lui donnent un grand intérêt métallurgique aient été signalés dans plusieurs localités de la France et de l'Allemagne, aucun d'eux cependant n'a été étudié au point de vue théorique, de manière à être rapporté d'une manière positive au terrain sidérolitique tel qu'il est connu en Suisse. M. Omalins d'Halloy a cependant indiqué en Belgique des sables et des argiles des terrains primordiaux ainsi que l'argile moderne d'Ostende comme étant le résultat d'éjaculations sorties de l'intérieur de la terre (*Académie des Sciences de Bruxelles*, 15 janvier 1842. — *Annales des Sciences Géologiques*, p. 277).

Après ces quelques mots qui font connaître le terrain dont l'auteur s'occupe, analysons son mémoire. Le terrain sidérolitique est surtout répandu dans la vallée de Délémont et dans les vallées voisines du Jura bernois et soleurois, il est formé de deux couches principales.

Les *bolus* ou *argiles inférieures* se trouvent à la base; ce sont des amas plus ou moins partiels d'argiles rouges, jaunes, grisâtres, bleues, rayées et rubannées, presque toujours réfractaires renfermant plus ou moins de mine de fer en grains. Les sables quartzeux ou même des blocs de quartz remplacent le minerai de fer toutes les fois qu'il manque. Les bolus renfermant des cristaux de gypse et de calcaire. Ils sont traversés par des cylindres ou tubes verticaux de 3 à 15 pouces de diamètre, remplis de matières plus ou moins ferrugineuses reposant sur des fissures de roches portlandiennes, et qui, probablement servaient au dégagement des sources. Ces bolus contiennent quelques autres minerais, mais peu abondants. Les minerais de fer pisolitique produisent 40 à 44 p. cent de fonte de fer. Quelquefois le fer se trouve en agglomérat plus grossier, mais toujours avec des formes tuberculeuses qui indiquent une origine aqueuse. Cependant, mais plus rarement, on trouve de l'oxyde de fer compacte. Jamais, ni dans ces bolus pas

plus que dans les argiles supérieures, on ne trouve de fossiles. Aucun animal n'a vécu, aucune plante n'a végété pendant que ces matières se déposaient.

Les *argiles supérieures* sont plus onctueuses, moins rudes au toucher que les bolus, ce qu'elles doivent probablement à de la magnésie, elles sont le produit d'éruptions boueuses postérieures à la formation des argiles inférieures. On y remarque des cristaux de gypse de différentes formes. Dans quelques localités les bolus et les argiles supérieures sont séparées par des conglomérats de roche calcaire qui ont une étendue fort irrégulière.

Tout cet ensemble de couches ne présente jamais l'aspect d'un dépôt purement aqueux; sa stratification n'est jamais horizontale et concordante ni au portlandien qui lui sert de base, ni au terrain tertiaire qui repose directement sur lui. La roche désignée sous le nom de portlandien, est, comme on le sait, un calcaire compacte qui, dans les environs de Délémont, présente une épaisseur de 40 mètres environ. Elle est traversée de fissures par lesquelles le terrain sidérolitique est arrivé à la surface, l'agent qui l'a transporté des entrailles de la terre a produit sur cette roche des altérations remarquables. En effet, le portlandien est devenu pâteux; c'est-à-dire que la roche qui, par sa nature, est ferme, solide et cassante, est devenue molle, sa surface étant décomposée, et ses angles étant complétement arrondis. Elle est pénétrée de petits cristaux de gypse, d'autres fois le portlandien a pris l'aspect dolomitique ou bien encore il est devenu ferrugineux, des matières ferrugineuses et scoriacées se sont fixées à la roche calcaire, c'est ce que M. Quiquerez nomme l'*aspect igné*. Une des altérations les plus remarquables est l'altération siliceuse, la roche calcaire est imbibée de silice, elle prend quelques rapports avec le jaspe, il s'y développe des rognons de quartz à couches concentriques, ce sont de vrais silex.

Un autre fait très-extraordinaire signalé par l'auteur, c'est l'altération des galets appartenant aux roches cristallines (nombreuses dans ces vallées), qui ont été déposés sur le terrain sidérolitique. Leur surface, dit l'auteur, a éprouvé un ramollissement très-

sensible, et a pris une couleur plus pâle. Si cette observation est confirmée, il faudrait admettre que, postérieurement au transport de ces blocs, lequel est tout à fait récent, il y a eu encore des déjections d'eau ou de gaz qui ont agi sur la nature de ces blocs. Enfin, si nous examinons les fissures qui ont vomi le terrain sidérolitique, et l'origine de ce terrain, on voit que les fissures sont des déchirures du sol produites par les différents soulèvements que l'on peut reconnaître dans le Jura. Ces fissures ou crevasses ont donné naissance aux cluses, en sorte qu'elles se correspondent des deux côtés des vallées, et paraissent les traverser. D'après l'auteur, le Jura a été soulevé par une force qui a exhaussé verticalement les chaînes centrales, et plus obliquement les chaînes latérales, de sorte que la force soulevante a été d'autant plus puissante, et a dû venir d'une profondeur d'autant plus grande qu'elle se rapprochait d'un point central. C'est ce qui explique pourquoi ce terrain anormal est moins répandu dans les parties extérieures du Jura que dans les parties centrales.

« Si nous osions, dit l'auteur, émettre des conclusions, nous dirions que toutes les altérations des roches à leur contact avec le sidérolitique sont dues, généralement, à l'action plutonique ou semi-plutonique des matières éjectées sur le sol par des failles ou des crevasses après ou pendant les premiers soulèvements jurassiques, que ces matières, sous forme de boue, d'eau, de vapeurs acides, de gaz, tous à un haut degré de température, ont agi puissamment sur tous les corps qu'elles ont rencontrés sur leur passage, et de la même manière qu'elles agissent encore dans les solfatares et les volcans où elles produisent d'épouvantables éruptions, d'eau bouillante chargée d'acide sulfurique et de limon plus ou moins épais qui couvrent des contrées entières. »

Ces matières ont parcouru les crevasses éjectives de bas en haut, et on y trouve souvent de l'oxyde de fer amorphe, tandis qu'elles ont rempli certaines fissures ou puits qu'elles ont rencontrés à la surface du sol de haut en bas, et ces derniers contiennent certainement du fer pisiforme. Mais pourquoi ce terrain éruptif semble-t-il se placer de préférence à la surface des couches portlan-

diennes, et ne se retrouve-t-il ni à la surface des autres terrains jurassiques, ni dans ces grandes vallées cratériformes keupériennes, dont la structure fait arriver au jour des couches inférieures aux 2000 pieds de terrain jurassique? M. Quiquerez croit que les soulèvements keupériens sont plus récents que ceux qui ont produit les crevasses sidérolitiques. D'ailleurs il résulte de la structure du Jura que les crevasses centrales qui ont donné lieu aux vallées cratériformes, et qui sont maintenant au-dessus de la surface du sol, ont la forme d'un entonnoir; elles sont larges dans le haut, et fort étroites dans le bas; tandis que les crevasses extérieures par où sont arrivées les matières sidérolitiques sont fort étroites dans le haut, et fort larges dans le bas, c'est peut-être la raison pour laquelle les matières aqueuses jaillissant de bas en haut ont suivi ces dernières en ne pénétrant pas dans les premières.

Il résulte de ce genre de considérations, développé par M. Quiquerez, des données curieuses sur l'âge relatif des différentes chaînes du Jura; mais qui, si nous voulions les suivre, nous entraîneraient dans des détails de localités que nous avons cherché à éviter.

---

*Rectification concernant l'article intitulé :* NOTES RECUEILLIES PENDANT UN VOYAGE D'EXPLORATION GÉOLOGIQUE EN ESPAGNE EN 1851 ET 1852, par E. COLLOMB. (*Archives*, tome XXI, page 265.)

M. Collomb nous écrit pour nous dire qu'il regrette que le nom de M. de Verneuil n'ait pas été associé au sien dès le titre des *Notes* qu'il nous a envoyées sur la géologie de l'Espagne, d'autant plus que ces notes ne sont que l'expression d'observations que ces Messieurs ont faites en commun, observations que les trois précédents voyages de M. de Verneuil en Espagne leur ont rendu plus faciles, et dont M. Collomb a été le rédacteur.

(*Rédact.*)

# BOTANIQUE.

## REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS RELATIVES AUX CRYPTOGAMES QUI ONT PARU EN 1851 ET 1852.

### Algues.

31. — DERBÈS et SOLIER; MÉMOIRE SUR QUELQUES POINTS DE LA PHYSIOLOGIE DES ALGUES (ouvrage couronné par l'Académie des sciences de Paris), in-4°, 23 planches. — Les mêmes, SUR LES ORGANES REPRODUCTEURS DES ALGUES. (Extrait des *Ann. des Sciences natur.*, tome XIV.)

Pendant longtemps, grâces soit à l'imperfection des microscopes, soit aux grandes difficultés inhérentes à des recherches profondes, l'étude des Cryptogames et tout particulièrement des Algues s'est bornée aux descriptions et aux classifications des êtres que le zèle des botanistes accumulait sans relâche. Dans ces derniers temps on a compris que toutes les classifications, pour être bien fondées, demandaient un examen approfondi du rôle réel que jouaient, dans la vie de ces plantes, les organes qui s'offraient aux regards et que le perfectionnement des moyens de grossissement apprenait à connaître. Déjà MM. Thuret, Decaisne, Crouan, Montagne et l'un des auteurs des beaux travaux dont nous voulons rendre un compte rapide, l'excellent capitaine Solier, enlevé si promptement et si prématurément à la science et à ses amis, d'autres encore, avaient attiré l'attention sur certaines particularités fort curieuses de la physiologie des Algues ou Phycées, tant des eaux salées que des eaux douces, quand l'Académie des sciences de Paris proposa pour grand prix des sciences physiques en 1847 : l'étude des mouvements des corps reproducteurs ou spores des Algues zoosporés, et des corps renfermés dans les anthéridies des Cryptogames. Deux mémoires ont été jugés dignes par l'Académie d'obtenir le prix, l'un de M. Thuret, qui n'a malheureusement point été encore publié, et que l'on dit renfermer une foule d'observations

et de déductions de la plus haute importance et dignes de la réputation de ce savant, l'autre de MM. Derbès et Solier de Marseille, qui vient d'être imprimé dans le tome 1er du Supplément aux comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Avant l'apparition de ce grand travail, ses auteurs avaient publié dans le tome XIV des *Annales des sciences naturelles*, une collection de nouvelles observations supplémentaires à celles qu'ils avaient réunies dans leur mémoire. On peut dire que cette double publication fait faire à la science un grand pas dont nous allons chercher à donner une idée.

Tous les botanistes savent que ce qui distingue les familles de la Cryptogamie de celles de la Phanérogamie, c'est, outre la nature du tissu toujours cellulaire et jamais fibreux, que les organes de la reproduction ne sont enveloppés d'aucun appareil préparateur, qu'ils n'ont point d'embryon ni rien qui puisse y être assimilé, et que leur germination a lieu par la production de cellules qui sont, comme l'a si bien observé M. Montagne, plutôt la continuation d'une végétation suspendue qu'une germination véritable. Pendant longtemps on ne reconnaissait aux Cryptogames que des organes reproducteurs d'une seule espèce, qui se développaient sans aucune fécondation préalable dans des cellules organisées ou placées d'une manière particulière. Les Mousses, puis les Hépatiques ont été les premières familles dans lesquelles on a signalé l'existence de deux classes particulières d'organes, les uns contenant les spores et qu'on a appelés fleurs femelles, et les autres renfermant des corps d'une très-grande petitesse, munis pour l'ordinaire d'un ou de plusieurs appendices filiformes, et qui sont doués pendant un temps plus ou moins court, à dater de la sortie de leur enveloppe, de mouvements spontanés. On a nommé ces corps anthérozoïdes, et les organes qui les renferment anthéridies. Mais bientôt on en a signalé de semblables dans les Algues; bien plus, on a vu que dans une partie notable des espèces de cette famille, c'étaient les spores elles-mêmes qui, pendant quelques heures, étaient douées de ce mouvement spontané. C'est un des phénomènes les plus curieux qui puisse se présenter à l'observateur, que de voir ces corps con-

tenus dans les cellules de la plante-mère en sortir, paraître d'abord indécis sur leur état de sommeil ou de vie, puis peu à peu s'essayer, par un singulier mouvement de trépidation, à faire usage de leur faculté de locomotion, puis s'élancer dans tous les sens et nager dans l'eau du porte-objet du microscope avec une vélocité extraordinaire. Il n'est pas moins curieux de voir, au bout de quelques heures, le mouvement se ralentir, les spores s'attacher aux parois du vase qui contient l'eau où elles se sont développées, devenir parfaitement immobiles, et au bout de deux ou trois jours germer et commencer à reproduire la plante d'où elles sont sorties.

Ce n'était que sur un très-petit nombre d'Algues et comme par exception qu'on avait reconnu dans cette famille la présence des anthérozoïdes, et leur histoire était restée fort obscure, mais dans les beaux travaux que nous annonçons, MM. Derbès et Solier, par une suite considérable d'observations faites avec la plus remarquable persévérance, et illustrées par des planches qui mettent, en quelque sorte, sous les yeux des lecteurs les phénomènes qu'ils décrivent, ont reconnu et figuré dans un grand nombre de genres, ***Cutléria, Cystoseira, Porphyra, Bangia, Aglaophyllum, Callithamnion, Griffithsia, Ceramium, Wrangelia, Polysiphonia, Rhodomela, Laurencia, Bonnemaisonia, Nemalion, Rytiphlœa, Phyllophora***, les anthéridies et les corps qu'ils contiennent. Ils ont mis en lumière un fait fort curieux, sur lequel ils n'ont pas peut-être assez insisté, c'est que là où il y a des anthérozoïdes les spores ne sont douées d'aucun mouvement, et que là où les spores jouissent pendant quelque temps de la locomotivité, il n'y a pas d'anthérozoïde, à moins que, comme le font nos auteurs, p. 96, et comme l'avait déjà fait M. Solier dans son travail sur le ***Derbesia*** (***Ann. des sc. nat.*** 3e ser, t. 7, p. 157), on ne veuille assimiler à ces organes, les granules hyalins d'une petitesse infinie, qui sont tenus en suspension dans les mêmes cellules où l'endochrome se contracte pour former le ou les zoospores, et qui, à une certaine époque de la végétation s'agitent dans tous les sens, avec une vivacité singulière. Peut-être quand le microscope sera encore plus perfectionné, pourra-t-on reconnaître à ces granules cette forme

ovale et ces appendices filiformes qui caractérisent les anthero-zoïdes. Quoi qu'il en soit, c'est certainement une chose remarquable que cette double classe d'organes doués de mouvement, dont l'une semble remplacer l'autre, comme s'il fallait absolument qu'il y eût, dans les Algues arrivées à un développement assez grand pour pouvoir reproduire l'espèce, une obligation de locomotivité dans quelque organe.

Maintenant sur la question, quel est le rôle que jouent les anthérozoïdes dans la fécondation? voici l'opinion de nos auteurs : « Nous dirons tout d'abord, observent-ils, p. 93 et suivantes, qu'il nous a été impossible de nous assurer si les anthérozoïdes sont réellement les agents de la fécondation..... Voici seulement comment peuvent se résumer les faits que nous venons d'exposer ; 1° l'apparition des anthéridies coïncide toujours avec celle des spores ; 2° ces organes ont toujours la plus grande analogie de position et d'origine avec les organes sporifères ; 3° la forme des anthéridies est invariablement constante dans la même espèce ; 4° les corpuscules qui se développent dans les anthéridies se décomposent toujours sans rien produire. D'où il résulte, à ce qu'il nous paraît, que les anthéridies sont de vrais organes mâles, et que les corpuscules qui en naissent sont les agents de la fécondation. »

Tout en poursuivant le but essentiel de leurs recherches, MM. Derbès et Solier, ont parsemé leur travail d'un grand nombre de remarques taxonomiques et phycologiques très-importantes. Nous signalerons en particulier la description des organes fructifères du *Liebmannia*, p. 51; du *Stilophora*, p. 54; et Mém. p. 11; du *Laurencia*, p. 75. Nous regrettons seulement que les savants auteurs n'aient pas fait plus d'excursions hors des Algues proprement dites. Nous croyons en particulier que, dans leurs observations sur le *Peziza crenata*, p. 79, t. 23, fig. 11 à 21, ils ont mal compris l'organisation de la thèque. Bien loin que les granules dont ils parlent, et dont ils ont quelque envie de faire des anthérozoïdes, soient postérieurs à la formation des spores, ils leur sont antérieurs. La thèque, comme au reste celle de toutes les Hypoxylées et des Champignons pourvus de cet organe, commence par être pleine

d'un liquide dans lequel nagent des granules, qui grossissent, s'épaississent, s'agglomèrent en huit groupes, qui deviennent enfin les spores; les fig. 12-14, représentent le premier état et la fig. 11 b. l'état parfait.

Et puisque à côté des justes louanges que mérite ce beau travail, il faut, pour être exact, dire aussi en quoi il pèche, nous lui ferons deux reproches; le premier, c'est de manquer assez souvent de clarté dans l'expression de l'idée qui, en conséquence, reste vague et confuse; le second, c'est de ne pas avoir rendu assez justice aux travaux des savants qui ont précédé MM. Derbès et Solier dans la carrière où ceux-ci les ont, il est vrai, complétement laissés derrière eux.

Si la science a de grandes obligations à MM. Derbès et Solier, pour avoir pénétré fort avant dans la physiologie des Algues, elle en a bien aussi quelques-unes à ceux qui facilitent la connaissance des êtres par de bonnes descriptions et classifications, ou par les collections où ils les réunissent. Sous le premier point de vue, je dois signaler la publication du livre intitulé : *Species, genera et ordines Algarum* par M. J.-C. Agardh, fils de l'illustre savant, qu'on peut réellement nommer le père de la phycologie. Cet ouvrage, publié à Lund en Suède, compte déjà deux gros volumes (le second en deux parties) contenant les Fucoïdes (Ectocarpées, Sphacélariées, Chordariées, Dictyotées, Laminariées, Sporochnoïdées, Fucacées) et les Floridées (Ceramiées, Cryptonemées, Gigartinées, Spyridiées, Dumontiées, Rhodymeniées, Helminthocladiées, Hypnæacées, Chætangiées, Gelidiées, Squamariées, Corallinées, Sphærococcoidées, Wrangeliées, Chondriées, Rhodomélées). Chaque espèce a une phrase caractéristique, sa synonymie et une description très-complète. Les caractères de genres et de familles sont fort bien tracés, et l'ouvrage entier nous paraît prendre le premier rang dans la bibliothèque phycologique.

En ce qui se rapporte aux collections si précieuses, lorsque les échantillons qu'elles renferment sont beaux, bien préparés et surtout authentiques, nous signalerons d'abord celle qu'ont publiées



MM. Crouan frères, pharmaciens à Brest, sous le nom d'*Algues marines du Finistère*. C'est, en ce qui concerne la phycologie française, le commentaire nécessaire du livre de M. Agardh dont nous venons de parler, et dans l'ordre duquel les espèces sont rangées. Trois gros vol. in-4° renferment les Fucacées, les Floridées et les Zoospermées, et contiennent 404 espèces admirablement préparées et parfaitement nommées. Personne mieux que MM. Crouan qui, depuis si longtemps, s'occupent avec tant de succès de phycologie, et auxquels l'auteur de ces lignes a dû, il y a déjà bien des années, des observations précieuses qui ont donné quelque valeur à son troisième mémoire sur les Céramiées, n'était placé pour publier une collection de nature à inspirer la confiance et digne d'être recherchée par tous ceux qui s'occupent de l'étude des Algues.

Celles des plantes de cette famille qui vivent dans l'eau douce, ont aussi trouvé le savant le plus capable de les réunir et de les faire connaître. M. Rabenhorst continue avec la plus grande activité la publication des Algues de la Saxe et de l'Europe centrale. Nous avons entre les mains les quatorze premières livraisons (in-8°, Dresden, Arnold), pour lesquelles l'illustre auteur a, comme coopérateurs, vingt-six autres amis de la science, entre lesquels nous trouvons des noms biens connus, comme ceux de MM. Al. Braun, Cesati, Flotow, Itzigsohn, Lenormand, Sauter, etc. Ces quatorze livraisons contiennent deux cent vingt espèces très-bien préparées, souvent accompagnées de descriptions et de notes, en sorte qu'elles deviennent indispensables à quiconque veut s'occuper de cette branche de la phycologie, qui offre un champ si vaste, et dans bien des pays si complétement inexploré. La Suisse, la Savoie, l'Italie, la France orientale et méridionale, sont des contrées où il y aurait une considérable quantité de découvertes à faire, et ce qui rend ce genre de recherches très-agréable, c'est qu'il ne demande qu'une bibliothèque restreinte, et que les collections de ces plantes tiennent peu de place et sont très-faciles à faire.

M. Rabenhorst publie en même temps la collection des Bacillariées de la Saxe et de l'Allemagne, dont sept fascicules, contenant soixante-dix espèces, ont déjà paru. Ce qui augmente la valeur de



ces petits volumes, c'est que toutes les espèces qui y sont contenues sont dessinées telles qu'elles apparaissent au microscope, sous un grossissement de trois cents diamètres. Nous encourageons de nouveau l'auteur de ces deux collections à continuer activement la tâche qu'il s'est imposée, et pour laquelle nous lui offrons le tribut de toute notre reconnaissance.

---

## Lichens.

32. — L.-R. Tulasne ; Mémoire pour servir a l'histoire organographique et physiologique des lichens ; 1 vol. in-8° avec 16 planches. Paris. (Extrait des *Annales des Sciences natur.*, 3$^{me}$ série, tome XVII.)

Voici un travail qui, pour la persévérance dans les observations, la sagacité dans les déductions, la nouveauté des faits recueillis et la beauté des dessins, rend à la Lichenologie un service tout à fait analogue et même supérieur à celui que le mémoire de MM. Derbès et Solier rend à la Phycologie. Essayons d'en donner une idée.

M. Tulasne n'envisage pas les Lichens, objets de ses études, sous un point de vue restreint et particulier, il les prend dans toute leur histoire et commence par traiter du thalle, soit organe de la végétation de ces singulières plantes, qui se présente tantôt sous une forme pulvérulente, tantôt sous une forme crustacée, même foliacée ou fruticuleuse, et qui est quelquefois si mince et si ténu que le microscope seul peut en faire discerner la présence. Il fait une description complète de toutes les espèces de thalle, de leur structure intime et de leur développement.

Mais ce sont surtout les organes de la reproduction qui ont fourni à M. Tulasne les observations les plus intéressantes et les plus piquantes par leur nouveauté. Quiconque a jamais jeté un regard sur l'organisation des Lichens, sait que la forme la plus générale qu'affectent les réceptacles où sont placés les organes de la reproduction, est celle d'un disque plane, convexe, ou plus ou moins creusé, tantôt complétement appliqué sur le thalle, tantôt enfoncé dans sa

substance, tantôt [illegible] ovale, mais [illegible] même [illegible]. Le [illegible] sous le [illegible] gées, [illegible] tissu qui [illegible] soit [illegible] du thalle, caractère [illegible] Champignons, qui [illegible] semblable, c'est que dans les Lichens [illegible] sont comme plongés dans une substance [illegible] qui les agglomère en disque, les soude [illegible] les uns aux autres, en sorte que, comme l'a fort bien remarqué M. Tulasne, elles ne peuvent être dissociées que [illegible] au moyen d'agents chimiques. Ces thèques renferment les spores, sous formes [illegible] du Lichen de formes assez diverses, quoique le plus ordinairement ovales, elliptiques ou fusiformes. M. Tulasne a montré d'une manière simple et commode, en plaçant le thalle humecté du Lichen dans un flacon de verre [illegible], la partie de la plante qui porte les *réceptacles* étant tournée aux parois les plus voisines du vase, que chaque réceptacle projette au-devant de lui, une énorme quantité de spores, qui dessinent sur le verre des taches irrégulières blanches, brunes, fauves, roses, etc., suivant la couleur naturelle propre à ces corps. Il ne se borne pas à en décrire les formes dans les différents genres, mais il en recherche la *génération*, signale des faits fort curieux et explique, en particulier, d'une manière très-ingénieuse, pourquoi, dans le genre *Calycium*, la couche du disque des organes de la reproduction où sont plongées les thèques est beaucoup plus épaisse que dans la plupart des autres Lichens. Il en raconte ensuite la germination, que le premier il a réussi à étudier d'une manière complète.

Mais voici la partie la plus neuve de ce beau travail. M. Tulasne signale pour la première fois certains organes de reproduction fort rares, à ce qu'il paraît, dans les Lichens. Ces organes, qu'il nomme *stylospores*, sont des spores allongées, supportées par de petits

pédicelles. Ils prennent naissance dans des réceptacles fermés, et cette circonstance, jointe à ce que les deux genres dans lesquels il les indique, sont parasites et n'ont point de thalle propre, semble justifier entièrement l'opinion de M. Montagne, qui les a reportés dans la famille des Champignons.

Mais il est un troisième organe beaucoup plus fréquent que celui-ci, et que M. Tulasne a retrouvé dans presque tous les genres européens de Lichens, qui paraît jouer dans leur organisation un rôle fort analogue à celui que MM. Derbès et Solier attribuent aux anthérozoïdes des Algues. On trouve sur le thalle de très-petits points, presque toujours noirs, épars ou groupés, tantôt saillants, tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, plongés dans la substance du Lichen. Leur forme générale est globuleuse, leur enveloppe externe fréquemment dure et crustacée varie beaucoup en épaisseur, la cavité est simple, indivise ou multiple, et remplie de filaments extrêmement ténus, simples ou rameux, et qui portent extérieurement une quantité quelquefois énorme de corpuscules d'une petitesse infinie, cylindriques, droits ou arqués, très-transparents, et qui s'agitent dans l'eau d'un mouvement moléculaire. Après avoir examiné attentivement ces corpuscules, M. Tulasne a été convaincu qu'il était impossible de leur reconnaître aucun mouvement spontané, et qu'en conséquence il fallait leur donner un nom qui indiquât leur diversité d'avec les organes appelés anthérozoïdes, et il les a désignés sous celui de *spermaties*. Il croit cependant que les *spermogonies* (nom qu'il donne aux corps qui renferment les spermaties) « constituent un appareil de reproduction commun à une multitude « de Lichens, sinon à tous, et étroitement lié, sans doute, quant à « ses fonctions physiologiques, avec l'autre appareil fertile dont les « apothécies (réceptacles) sont l'expression variée. »

Non-seulement le travail dont je viens d'essayer de donner l'idée est remarquable par la clarté constante de l'expression, mais encore par le soin minutieux que met son auteur à rendre justice à tous les travaux et à toutes les recherches de ses prédécesseurs, même les plus anciens. Je remarquerai, en passant, qu'il partage l'opinion que j'avais émise dans ce journal (Sc. phys., t. XVI, p. 161), et

que tout en constatant les différences qui, pour la végétation, séparent le groupe des Collémacées, des autres Lichens, il montre combien les organes de reproduction les rapprochent. Il n'y a plus maintenant à désirer qu'une chose, c'est que M. Tulasne applique les principes qu'il a mis en lumière et donne à la science une énumération systématique de cette difficile famille, fondée sur la connaissance intime qu'il possède de la structure réelle des êtres dont elle se compose. Ce serait là un bien grand service rendu à la botanique. L'auteur de tant de beaux travaux dans la Phanérogamie, qui connaît, par conséquent, à fond les principes de la vraie taxonomie, est admirablement placé pour entreprendre une œuvre à laquelle toutes les richesses qu'il a sous la main et à sa disposition, doivent encore le solliciter [1].

*Janvier*, 1853. DUBY.

[1] Nous espérons pouvoir prochainement continuer dans les autres familles de la Cryptogamie la revue dont nous donnons la première partie.

---

ERRATA.

*Archives des Sciences physiques et naturelles*, N° de janvier 1853, page 81, ligne 5,

*Au lieu de* Balancari, *lisez* Baucalari.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1858.

Le 10, gelée blanche; halo solaire partiel à plusieurs reprises entre 11 h. 15 m. et midi 30 m.

» 15, gelée blanche; halo solaire de 10 h. 30 m. à 11 h. 40 m.

» 16, halo solaire de 10 h. 15 m. à midi 15 m.; dans la nuit du 16 au 17, à 1 h. 13 m., coup de vent très-violent du Sud-Ouest.

» 20, halo solaire de 1 h. 30 m. à 2 h. 45 m.; couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

» 22, dans la nuit du 21 au 22, de 2 h. 30 m. à 3 h., le vent du Sud-Ouest a soufflé avec la violence d'un ouragan.

» 25, à 5 h. 45 m. on aperçoit faiblement la lumière zodiacale.

» 27, à 11 h. faible halo solaire.

» 29, à 6 h. du matin, faible halo lunaire.

La température du Rhône a été observée à sa sortie du lac, au pont des Bergues; les observations ont été faites tous les jours, sauf le dimanche, à 1 h. après midi, dans un endroit où le courant est assez rapide, et la profondeur de 2,3 mètres dans les basses eaux; le thermomètre était plongé à 1 mètre au-dessous de la surface. La température ainsi obtenue est en moyenne de

$+ 7^{\circ},12$ pour la première décade,
7,01 pour la seconde décade,
6,03 pour la troisième décade,

$+ 6,72$ pour le mois.

La température la plus élevée a été observée le 12, elle était $+ 7^{\circ},4$; la plus basse a été notée le 24, à $+ 5^{\circ},25$.

# GENÈVE. — Janvier 1858.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | EAU dans les | VENT | Clarté moy. du | Limnimètre à midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | 8 h. m. | Midi. | 4 h.d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | 24 h | dominant. | Ciel. | |
| | millim | millim | millim | millim | | | | | | | | | | | mm | | | pouces. |
| 1 | 735,29 | 734,19 | 733,40 | 733,12 | - 0,9 | + 0,2 | + 1,1 | + 0,3 | - 1,6 | + 1,8 | 1,00 | 0,98 | 1,00 | 1,00 | » | S. 1 | 1,00 | 28,0 |
| 2 | 731,78 | 730,93 | 729,64 | 729,58 | - 0,6 | - 0,3 | - 0,4 | - 0,3 | - 0,8 | + 0,7 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | » | S. 1 | 1,00 | 27,0 |
| 3 | 728,99 | 729,71 | 729,28 | 730,46 | - 0,2 | + 0,9 | + 1,1 | + 1,1 | - 0,8 | + 1,5 | 1,00 | 0,93 | 0,97 | 1,00 | » | S. 1 | 1,00 | 27,0 |
| 4 | 730,80 | 730,40 | 729,19 | 729,37 | + 0,2 | + 0,7 | + 0,4 | - 0,3 | - 1,1 | + 1,0 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 1,00 | » | SSO. 1 | 1,00 | 27,0 |
| 5 | 728,26 | 727,72 | 726,79 | 727,10 | - 0,8 | 0,0 | 0,0 | - 0,8 | - 1,5 | + 1,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | » | S. 1 | 1,00 | 26,0 |
| 6 | 727,70 | 727,47 | 726,86 | 727,67 | - 0,4 | + 2,3 | + 2,9 | + 1,2 | - 1,8 | + 4,4 | 1,00 | 0,83 | 0,91 | 0,99 | 1,7 | variab. | 0,95 | 26,0 |
| 7 | 727,08 | 726,07 | 724,10 | 722,83 | - 0,1 | + 0,3 | + 1,5 | + 2,4 | - 0,7 | + 7,6 | 1,00 | 0,97 | 0,99 | 0,96 | » | variab. | 1,00 | 27,0 |
| 8 | 720,32 | 720,09 | 719,19 | 719,82 | + 7,1 | + 6,7 | + 6,5 | + 6,4 | + 5,9 | +10,1 | 0,77 | 0,94 | 0,98 | 1,00 | 8,9 | variab. | 1,00 | 26,0 |
| 9 | 722,24 | 724,69 | 725,80 | 727,33 | + 7,0 | + 7,2 | + 7,1 | + 4,3 | + 2,6 | + 7,6 | 1,00 | 0,97 | 0,74 | 0,86 | 5,8 | N. 1 | 0,82 | 27,0 |
| 10 | 727,17 | 726,90 | 726,11 | 726,20 | - 1,1 | + 5,2 | + 6,5 | + 7,8 | - 1,4 | + 8,0 | 1,00 | 0,75 | 0,74 | 0,70 | » | S. 1 | 0,70 | 26,0 |
| 11 | 727,02 | 728,97 | 729,34 | 730,93 | + 6,4 | +10,2 | +10,2 | + 8,0 | + 6,1 | +12,0 | 0,97 | 0,85 | 0,74 | 0,70 | 15,0 | SO. 1 | 0,77 | 26,0 |
| 12 | 730,85 | 730,06 | 728,57 | 728,11 | + 2,3 | + 7,6 | + 8,2 | + 4,8 | + 2,0 | +10,0 | 0,90 | 0,73 | 0,66 | 0,79 | » | variab. | 0,47 | 25,0 |
| 13 | 724,06 | 721,57 | 720,96 | 718,62 | + 5,4 | + 9,9 | +10,4 | +11,0 | + 4,4 | +11,8 | 0,79 | 0,42 | 0,55 | 0,42 | 2,0 | SO. 2 | 1,00 | 25,0 |
| 14 | 723,03 | 724,84 | 726,34 | 728,43 | + 5,3 | + 4,9 | + 3,8 | + 4,9 | + 3,1 | +10,3 | 0,79 | 0,81 | 0,89 | 0,72 | 6,1 | S. 1 | 0,83 | 25,0 |
| 15 | 726,63 | 724,77 | 723,53 | 723,99 | + 1,6 | + 4,4 | + 6,4 | + 5,7 | 0,0 | + 6,9 | 0,86 | 0,68 | 0,46 | 0,57 | 0,3 | variab. | 1,00 | 26,0 |
| 16 | 722,96 | 721,34 | 718,27 | 716,22 | + 5,2 | +10,3 | + 8,3 | + 7,0 | + 3,2 | +10,6 | 0,84 | 0,59 | 0,62 | 0,69 | 5,9 | SSO. 1 | 0,92 | 26,0 |
| 17 | 712,07 | 712,01 | 711,31 | 712,46 | + 5,4 | + 4,2 | + 6,9 | + 4,4 | + 3,2 | + 7,1 | 0,71 | 0,82 | 0,58 | 0,84 | 3,5 | SSO. 3 | 1,00 | 26,0 |
| 18 | 720,05 | 721,14 | 722,02 | 725,81 | + 2,2 | + 3,1 | + 2,6 | + 2,1 | + 1,4 | + 7,1 | 0,67 | 0,67 | 0,74 | 0,86 | 0,9 | SSO. 1 | 0,99 | 26,0 |
| 19 | 728,42 | 729,16 | 729,85 | 730,73 | + 1,6 | + 4,3 | + 4,6 | + 1,9 | + 0,9 | + 6,1 | 0,90 | 0,75 | 0,78 | 0,86 | » | variab. | 0,82 | 26,0 |
| 20 | 731,03 | 730,25 | 729,10 | 729,09 | + 1,0 | + 3,1 | + 3,8 | + 3,1 | 0,0 | + 4,6 | 0,81 | 0,72 | 0,67 | 0,78 | » | variab. | 0,91 | 25,0 |
| 21 | 724,04 | 722,45 | 721,42 | 720,94 | + 4,0 | + 5,7 | + 9,8 | + 8,6 | + 1,4 | +12,4 | 0,74 | 0,98 | 0,73 | 0,71 | 6,4 | SSO. 1 | 0,99 | 25,0 |
| 22 | 719,15 | 721,14 | 718,78 | 720,21 | + 2,9 | + 3,3 | + 0,7 | + 0,9 | 0,0 | + 8,4 | 0,73 | 0,67 | 0,91 | 0,85 | 4,1 | SSO. 2 | 0,92 | 25,0 |
| 23 | 719,79 | 719,26 | 719,64 | 720,90 | - 0,8 | + 1,1 | + 0,9 | + 1,6 | - 1,2 | + 2,4 | 1,00 | 0,84 | 0,87 | 0,80 | 1,2 | N. 1 | 0,97 | 24,0 |
| 24 | 722,60 | 723,10 | 723,10 | 723,62 | - 0,2 | + 1,3 | + 2,1 | + 1,1 | - 0,4 | + 2,1 | 0,80 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | » | NNE. 2 | 0,82 | 25,0 |
| 25 | 721,69 | 720,34 | 718,72 | 718,28 | - 0,6 | + 1,5 | + 1,4 | - 0,6 | - 2,0 | + 3,0 | 1,00 | 0,70 | 0,88 | 1,00 | » | N. 1 | 0,47 | 25,0 |
| 26 | 717,58 | 717,53 | 716,89 | 717,83 | - 1,5 | - 0,6 | + 0,3 | 0,0 | - 3,8 | + 0,3 | 0,90 | 0,85 | 0,86 | 0,81 | » | NNE. 1 | 0,98 | 25,0 |
| 27 | 720,05 | 720,22 | 719,01 | 718,45 | - 1,4 | + 2,6 | + 3,9 | + 2,5 | - 2,7 | + 4,5 | 0,96 | 0,71 | 0,70 | 0,74 | » | variab. | 0,95 | 24,0 |
| 28 | 719,41 | 720,50 | 721,17 | 725,19 | + 0,9 | + 9,4 | + 8,1 | + 5,1 | - 0,8 | +12,3 | 0,85 | 0,61 | 0,60 | 0,88 | » | N. 1 | 0,76 | 24,0 |
| 29 | 724,54 | 724,17 | 722,85 | 722,84 | + 2,5 | + 6,5 | + 6,4 | + 2,1 | + 1,0 | + 8,1 | 0,95 | 0,75 | 0,90 | 0,94 | » | variab. | 0,82 | 24,0 |
| 30 | 722,47 | 721,67 | 721,53 | 722,11 | + 1,8 | + 7,5 | + 6,8 | + 5,4 | + 0,4 | + 9,5 | 0,97 | 0,81 | 0,81 | 0,91 | » | SSO. 1 | 0,96 | 24,0 |
| 31 | 724,19 | 725,07 | 725,55 | 726,51 | + 2,8 | + 6,7 | + 6,3 | + 5,1 | + 1,9 | + 7,2 | 0,98 | 0,71 | 0,82 | 0,71 | » | NNE. 2 | 0,90 | 24,0 |

## Moyennes du mois de Janvier 1858.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | *Baromètre.* | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 727,78 | 727,96 | 728,48 | 727,82 | 727,16 | 727,04 | 727,15 | 727,35 | 727,36 |
| 2e » | 724,34 | 724,61 | 724,97 | 724,41 | 723,82 | 723,93 | 724,00 | 724,24 | 724,31 |
| 3e » | 720,95 | 721,41 | 721,81 | 721,41 | 720,79 | 720,75 | 721,06 | 721,34 | 721,41 |
| Mois... | 724,25 | 724,56 | 724,96 | 724,44 | 723,82 | 723,80 | 723,97 | 724,21 | 724,27 |
| | | | | | *Température.* | | | | |
| 1re décade, | + 1°,07 | + 1°,02 | + 1°,56 | + 2°,32 | + 2°,88 | + 2°,67 | + 2°,12 | + 2°,21 | + 2°,26 |
| 2e » | + 4,04 | + 3,64 | + 4,79 | + 6,20 | + 7,14 | + 6,52 | + 5,79 | + 5,29 | + 4,78 |
| 3e » | + 0,88 | + 0,95 | + 2,47 | + 4,07 | + 5,01 | + 4,25 | + 3,21 | + 2,89 | + 2,09 |
| Mois... | + 1,96 | + 1,84 | + 2,92 | + 4,19 | + 5,01 | + 4,47 | + 3,69 | + 3,45 | + 3,08 |
| | | | | | *Tension de la vapeur.* | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 4,83 | 4,88 | 4,94 | 5,16 | 5,23 | 5,18 | 5,11 | 5,11 | 5,07 |
| 2e » | 4,89 | 4,95 | 5,01 | 5,02 | 4,65 | 4,85 | 4,73 | 4,70 | 5,04 |
| 3e » | 4,42 | 4,42 | 4,61 | 4,64 | 4,68 | 5,07 | 4,98 | 4,75 | 4,72 |
| Mois.... | 4,70 | 4,74 | 4,85 | 4,93 | 4,85 | 5,03 | 4,94 | 4,85 | 4,06 |
| | | | | | *Fraction de saturation.* | | | | |
| 1re décade, | 0,97 | 0,98 | 0,95 | 0,94 | 0,92 | 0,93 | 0,95 | 0,93 | 0,93 |
| 2e » | 0,80 | 0,81 | 0,78 | 0,70 | 0,61 | 0,67 | 0,69 | 0,72 | 0,78 |
| 3e » | 0,90 | 0,90 | 0,84 | 0,77 | 0,72 | 0,81 | 0,85 | 0,84 | 0,89 |
| Mois.. . | 0,89 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,80 | 0,83 | 0,84 | 0,86 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | - 0,12 | + 4,37 | 0,95 | 16,4 | 26,7 |
| 2e » | + 2,43 | + 8,65 | 0,87 | 31,7 | 25,6 |
| 3e » | - 0,56 | + 6,38 | 0,86 | 11,7 | 24,5 |
| Mois.... | + 0,55 | + 6,47 | 0,89 | 59,8 | 25,5 |

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 23°,4 O. et son intensité est égale à 23 sur 100.

# OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES
## FAITES A GENÈVE EN JANVIER 1853.

| DÉCLINAISON ABSOLUE. | | |
|---|---|---|
| Jours. | 7h45m du mat. | 1h45m du soir. |
| 1 | 17° 52',22 | 17°57',92 |
| 2 | 53,62 | 61,83 |
| 3 | 54,66 | 55,53 |
| 4 | 54,08 | 55,96 |
| 5 | 52,13 | 57,20 |
| 6 | 53,18 | 60,05 |
| 7 | 55,45 | 57,82 |
| 8 | 55,17 | 55,80 |
| 9 | 55,03 | 57,46 |
| 10 | 53,67 | 54,31 |
| 11 | 53,31 | 55,25 |
| 12 | 53,36 | 55,69 |
| 13 | 51,69 | 57,97 |
| 14 | 50,68 | 50,82 |
| 15 | 52,97 | 58,15 |
| 16 | 53,91 | 56,62 |
| 17 | 54,29 | 58,66 |
| 18 | 54,25 | 58,95 |
| 19 | 58,16 | 56,55 |
| 20 | 52,79 | 57,92 |
| 21 | 53,27 | 60,56 |
| 22 | 61,98 | 59,10 |
| 23 | 56,04 | 59,36 |
| 24 | 54,55 | 59,12 |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| 31 | | |
| Moyennes | 17° 54',18 | 17°57',44 |

A partir du 25 les observations magnétiques ont été interrompues, parce que le barreau s'était abaissé par suite de la rupture de plusieurs fils. Le renouvellement de la suspension n'a pas pu être exécuté immédiatement.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

## PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1853.

**Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Janvier : 2m,050, répartie comme suit :**

| | mm |
|---|---|
| le 7 | 15 |
| le 8 | 130 |
| le 9 | 25 |
| le 11 | 280 |
| le 14 | 375 |
| le 15 | 150 |
| le 16 | 100 |
| le 17 | 170 |
| le 18 | 180 |
| le 19 | 110 |
| le 20 | 60 |
| le 22 | 190 |
| le 23 | 190 |
| le 24 | 80 |
| le 26 | 30 |
| le 28 | 10 |
| le 29 | 5 |

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | HYGROMETRE. 8h.m. | Midi. | 4h.s. | 8h.s | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 570,09 | 569,46 | 569,17 | 569,18 | - 1,8 | - 1,0 | - 1,5 | - 2,5 | - 4,0 | - 0,4 | 72 | 80 | 68 | 73 | » | calme. | 0,01 |
| 2 | 567,92 | 567,49 | 566,99 | 566,63 | - 3,5 | - 1,3 | - 2,1 | - 4,0 | - 5,4 | - 0,6 | 85 | 85 | 84 | 84 | » | SO. 1 | 0,00 |
| 3 | 565,07 | 564,89 | 564,78 | 565,53 | - 5,5 | - 6,0 | - 6,4 | - 7,3 | - 9,5 | - 2,1 | 85 | 84 | 85 | 83 | » | SO. 1 | 0,00 |
| 4 | 565,51 | 565,30 | 564,89 | 564,84 | - 8,8 | - 5,8 | - 6,1 | - 6,8 | -11,1 | - 4,5 | 87 | 83 | 69 | 80 | » | SO. 2 | 0,00 |
| 5 | 564,05 | 563,86 | 563,42 | 563,61 | - 9,3 | - 6,4 | - 7,9 | - 8,9 | -11,3 | - 5,7 | 89 | 88 | 86 | 88 | » | SO. 1 | 0,00 |
| 6 | 563,21 | 563,31 | 563,15 | 563,73 | - 8,1 | - 3,2 | - 6,5 | - 7,9 | -10,4 | - 0,9 | 85 | 87 | 84 | 85 | » | SO. 1 | 0,30 |
| 7 | 563,22 | 562,84 | 562,04 | 561,68 | - 6,7 | - 6,6 | - 8,0 | - 8,5 | -10,3 | - 4,4 | 87 | 84 | 87 | 88 | 1,2 | SO. 2 | 0,42 |
| 8 | 559,77 | 559,09 | 558,40 | 558,78 | - 8,6 | - 7,0 | - 7,0 | - 6,8 | -10,0 | - 6,5 | 88 | 85 | 85 | 87 | 11,0 | SO. 1 | 1,00 |
| 9 | 559,91 | 560,72 | 561,31 | 562,29 | - 4,1 | - 2,2 | - 5,2 | - 7,0 | - 8,5 | - 0,5 | 87 | 85 | 83 | 84 | 1 8 | NE. 2 | 1,00 |
| 10 | 562,77 | 563,55 | 563,33 | 563,77 | - 7,5 | - 5,8 | - 5,2 | - 4,0 | -11,0 | - 2,7 | 85 | 73 | 82 | 86 | » | SO. 1 | 0,33 |
| 11 | 564,23 | 564,68 | 565,08 | 565,95 | - 2,1 | - 0,6 | - 5,9 | - 7,8 | - 8,4 | + 1,8 | 87 | 84 | 74 | 75 | 17,3 | NE. 1 | 0,61 |
| 12 | 566,05 | 566,21 | 566,71 | 565,73 | - 4,5 | - 3,0 | - 4,3 | - 4,9 | - 8,9 | + 1,3 | 74 | 69 | 60 | 82 | » | variab. | 0,00 |
| 13 | 563,28 | 562,79 | 560,14 | 559,24 | - 1,5 | + 0,5 | - 0,8 | - 4,7 | - 5,0 | + 2,7 | 78 | 82 | 82 | 83 | » | SO. 2 | 0,88 |
| 14 | 557,33 | 557,97 | 558,35 | 560,64 | - 8,0 | - 9,0 | -10,7 | -11,3 | -13,5 | - 2,0 | 95 | 77 | 80 | 81 | 29,5 | NE. 3 | 1,00 |
| 15 | 562,47 | 561,09 | 560,87 | 560,59 | - 6,7 | - 1,5 | - 3,0 | - 5,3 | -15,0 | - 1,4 | 81 | 78 | 84 | 85 | 13,2 | SO. 2 | 0,80 |
| 16 | 559,08 | 558,59 | 557,29 | 555,99 | - 8,5 | - 5,2 | - 7,9 | - 8,2 | - 9,8 | - 3,3 | 83 | 80 | 78 | 85 | 7,3 | SO. 1 | 0,78 |
| 17 | 550,53 | 549,93 | 549,64 | 550,26 | -10,0 | - 5,4 | - 9,2 | - 9,7 | -11,7 | - 3,2 | 80 | 82 | 81 | 80 | 13,5 | SO. 1 | 0,90 |
| 18 | 552,70 | 554,12 | 554,69 | 555,90 | -12,7 | -12,5 | -13,0 | -13,0 | -15,2 | - 8,3 | 78 | 76 | 77 | 75 | 12,8 | NE. 3 | 1,00 |
| 19 | 560,13 | 561,14 | 561,54 | 562,73 | -11,6 | -10,0 | -11,4 | -11,5 | -13,4 | - 7,5 | 81 | 80 | 81 | 81 | 9,0 | NE. 3 | 0,98 |
| 20 | 563,48 | 563,25 | 563,53 | 563,83 | -12,3 | - 7,5 | - 5,8 | - 7,0 | -15,6 | - 4,5 | 78 | 80 | 79 | 79 | 5,2 | NE. 2 | 0,57 |
| 21 | 561,01 | 560,09 | 559,23 | 558,02 | - 4,1 | - 0,4 | - 4,5 | - 4,5 | - 8,3 | + 1,9 | 85 | 82 | 74 | 81 | » | variab. | 0,76 |
| 22 | 552,93 | 552,91 | 552,57 | 551,59 | -11,2 | -12,3 | -14,1 | -14,0 | -15,6 | - 4,0 | 80 | 80 | 77 | 80 | 15,2 | NE. 3 | 1,00 |
| 23 | 551,90 | 552,06 | 552,20 | 553,13 | -15,9 | -13,1 | -14,0 | -15,0 | -17,3 | -11,7 | 80 | 79 | 79 | 81 | 16,0 | NE. 3 | 1,00 |
| 24 | 554,18 | 554,73 | 555,12 | 555,62 | -17,5 | -14,0 | -15,2 | -16,8 | -19,8 | -12,3 | 83 | 75 | 75 | 76 | 2,6 | NE. 2 | 0,23 |
| 25 | 554,50 | 553,96 | 553,50 | 553,42 | -14,8 | -13,0 | -14,0 | -14,2 | -19,0 | -11,5 | 75 | 74 | 75 | 80 | » | SO. 2 | 0,59 |
| 26 | 554,20 | 554 86 | 555,35 | 557,16 | -13,9 | -10,7 | -10,9 | -12,0 | -18,0 | -10,0 | 82 | 82 | 82 | 81 | 2,8 | SO. 2 | 0,96 |
| 27 | 559,03 | 560,07 | 559,19 | 559,84 | -11,0 | - 9,2 | - 9,2 | - 9,3 | -14,5 | - 8,0 | 85 | 86 | 90 | 99 | » | SO. 3 | 1,00 |
| 28 | 559,41 | 560,09 | 560,61 | 561,58 | - 7,8 | - 6,0 | - 6,9 | - 6,9 | -11,7 | - 5,3 | 87 | 86 | 86 | 68 | 0,9 | SO. 2 | 0,88 |
| 29 | 562,56 | 562,22 | 561,52 | 561,39 | - 6,1 | - 2,1 | - 6,1 | - 6,5 | - 8,0 | - 2,0 | 87 | 83 | 82 | 85 | 0,3 | SO. 1 | 1,00 |
| 30 | 559,74 | 559,40 | 558,83 | 558,95 | - 6,5 | - 5,0 | - 5,3 | - 7,0 | - 9,6 | - 1,6 | 84 | 84 | 80 | 80 | » | SO. 1 | 0,54 |
| 31 | 560,17 | 560,27 | 560,48 | 561,07 | - 6,5 | - 5,6 | - 6,0 | - 7,5 | - 8,2 | - 3,4 | 72 | 80 | 68 | 73 | » | NE. 1 | 0,59 |

## Moyennes du mois de Janvier 1858.

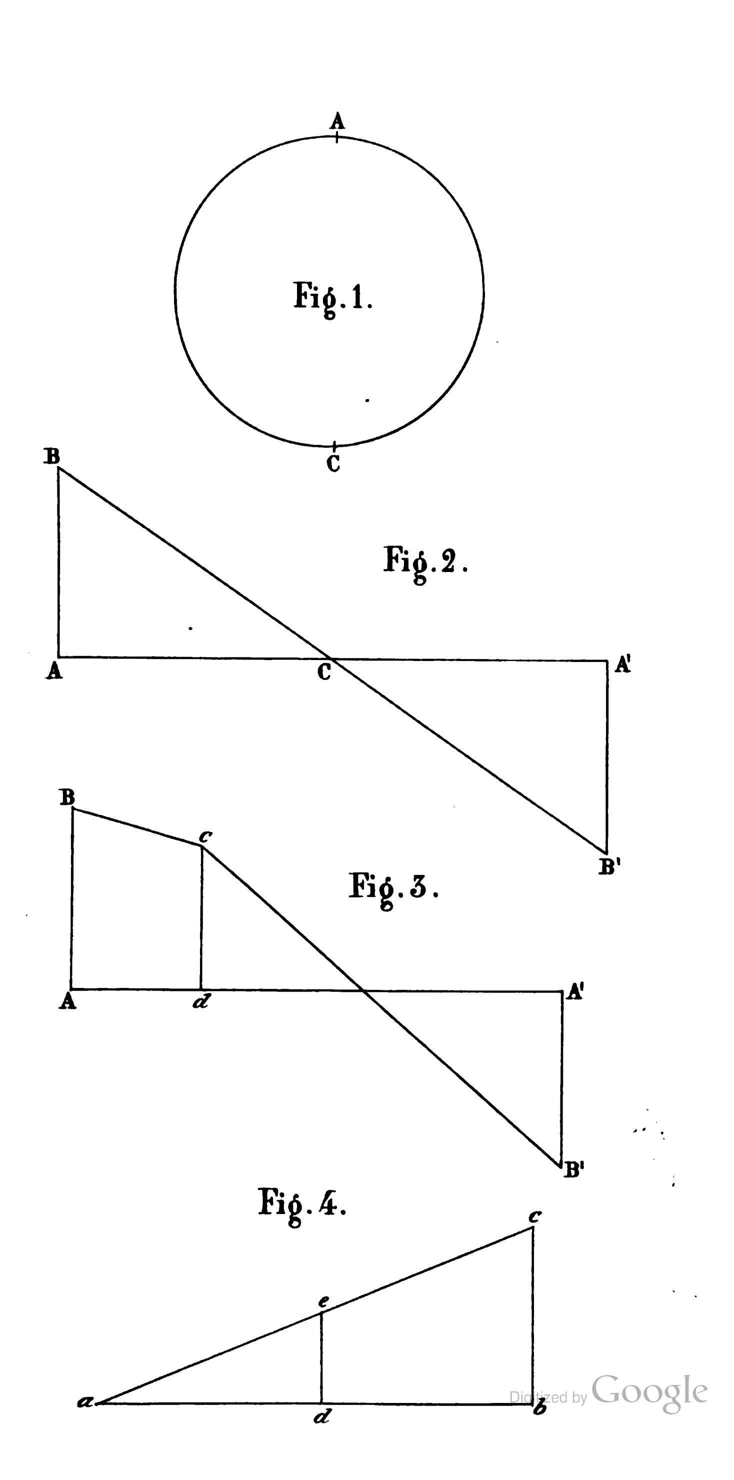
| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 564,00 | 564,15 | 564,43 | 564,05 | 563,75 | 563,75 | 563,90 | 564,00 | 563,96 |
| 2e » | 559,51 | 559,93 | 560,30 | 560,04 | 559,70 | 559,78 | 559,92 | 560,09 | 560,20 |
| 3e » | 556,99 | 557,24 | 557,57 | 557,33 | 557,13 | 557,15 | 557,22 | 557,43 | 557,43 |
| Mois... | 560,06 | 560,34 | 560,66 | 560,37 | 560,09 | 560,12 | 560,25 | 560,41 | 560,43 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | − 6,56 | − 6,39 | − 5,79 | − 4,53 | − 4,75 | − 5,59 | − 6,04 | − 6,37 | − 6,69 |
| 2e » | − 7,80 | − 7,79 | − 6,63 | − 5,42 | − 5,73 | − 7,20 | − 7,60 | − 8,34 | − 8,24 |
| 3e » | −10,95 | −10,48 | − 9,83 | − 8,31 | − 8,20 | − 9,65 | −10,44 | −10,34 | −10,38 |
| Mois... | − 8,52 | − 8,29 | − 7,51 | − 6,16 | − 6,29 | − 7,53 | − 8,10 | − 8,41 | − 8,50 |
| **Hygromètre.** | | | | | | | | | |
| 1re décade, | 87,3 | 85,0 | 82,8 | 83,4 | 82,8 | 81,3 | 83,5 | 83,8 | 82,5 |
| 2e » | 82,2 | 81,5 | 80,5 | 78,8 | 77,6 | 77,6 | 79,0 | 80,6 | 81,6 |
| 3e » | 82,3 | 81,8 | 81,5 | 81,0 | 78,5 | 78,9 | 81,5 | 81,2 | 81,9 |
| Mois... | 83,9 | 82,7 | 81,6 | 81,1 | 79,6 | 79,3 | 81,4 | 81,8 | 82,0 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | | mm |
| 1re décade, | − 9,15 | − 2,83 | 0,31 | 14,0 |
| 2e » | −11,65 | − 2,44 | 0,75 | 107,8 |
| 3e » | −13,64 | − 6,17 | 0,78 | 37,8 |
| Mois... | −11,55 | − 3,89 | 0,62 | 159,6 |

Dans ce mois, l'air a été calme 11 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,93 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 6 sur 100.


A
Fig. 1.
C
B
Fig. 2.
A
C
A'
B'
B
c
Fig. 3.
A
d
A'
B'
Fig. 4.
c
e
a
d
b

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## SUR LES PLANÈTES TÉLESCOPIQUES NOUVELLEMENT DÉCOUVERTES, ET SUR DIVERS CALCULS RÉCENTS D'ORBITES DE COMÈTES.

L'année 1852 sera mémorable dans les fastes de l'astronomie, comme ayant été l'époque de la découverte de huit planètes. J'ai déjà eu l'occasion de parler, dans les cahiers de juillet et d'octobre de ce recueil, de cinq d'entre elles, auxquelles on a donné les noms de *Psyché*, *Thétis*, *Melpomène*, *Fortuna* et *Massalia*. Dès lors, trois autres ont été encore signalées au monde savant, savoir : *Lutetia*, découverte à Paris le 15 novembre, par M. Hermann Goldschmidt, peintre et amateur d'astronomie; *Calliope* et *Thalie*, reconnues le 16 novembre et le 15 décembre, par M. Hind, dans l'observatoire de M. Bishop à Londres, où M. Hind a fait déjà huit découvertes de ce genre. *Lutetia* a paru, sous le rapport du degré de lumière, comme une étoile de 8$^{me}$ à 9$^{me}$ grandeur, *Calliope* comme une étoile de 9$^{me}$ à 10$^{me}$ grandeur, et *Thalie* comme une étoile de 10$^{me}$ à 11$^{me}$ grandeur, dont la lumière est bleue pâle. Ces huit petites planètes appartiennent toutes au groupe, ou essaim d'astéroïdes, compris entre Mars et Jupiter, et déjà on con-

naît de premiers éléments approchés de l'orbite elliptique de chacune d'elles. Ainsi, pour ne parler que des plus récemment découvertes, *Fortuna*, reconnue le 22 août par M. Hind, paraît avoir un demi-grand axe de 2,4 (celui de l'orbite terrestre étant 1), et sa révolution est de près de 4 ans. *Massalia*, à laquelle M. Valz a donné le nom le plus ancien de la ville de Marseille, paraît avoir, d'après cet astronome, un demi-grand axe d'environ 2,3 et une révolution de 3 ans $^1/_2$; l'excentricité de l'orbite et l'inclinaison de son plan sur celui de l'écliptique sont petites, surtout l'inclinaison, qui n'est que d'environ $^3/_4$ de degré. *Calliope*, d'après M. Hornstein, a un demi-grand axe de 2,91 et une révolution de près de 5 ans. *Lutetia* paraît avoir un demi-grand axe d'environ 2,5 et une excentricité d'environ un dixième de ce demi-grand axe. Enfin *Thalie*, d'après M. Bruhns, aurait un demi-grand axe de 2,7 une inclinaison de 10° $^1/_3$ et une excentricité d'environ $^1/_4$ du demi-grand axe; cette excentricité se rapprocherait beaucoup, par conséquent, de celle de l'orbite de Junon, la plus allongée que l'on connaisse jusqu'à présent, en fait d'orbite de planète.

Le nombre des petites planètes déjà reconnues, et dont les distances au Soleil sont comprises entre celles de Mars et de Jupiter, s'élève maintenant à 23. La plus voisine du Soleil est *Flore*, dont le demi-grand axe est d'environ 2,2 et la durée de la révolution d'environ 3 ans $^1/_4$. La plus éloignée est *Hygie*, dont le demi-grand axe est de 3,15 et la révolution de 5 ans $^3/_5$. *Psyché* est un peu moins éloignée du Soleil, son demi-grand axe, tel qu'il est rapporté dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1853, n'étant que de 2,93. Sous le rap-

port des distances et de la durée des révolutions, ces petites planètes sont, en général, beaucoup plus rapprochées de l'orbite de Mars que de celle de Jupiter. Les orbites les plus excentriques, après celles de Junon et de Thalie, sont celles de Pallas, Iris, Victoria et Melpomène. Quant aux inclinaisons du plan de ces orbites relativement à l'écliptique, Pallas est toujours celle dont l'orbite est le plus inclinée (savoir de 34°37'); Égérie, Hébé et Junon viennent ensuite

M. James Ferguson, astronome-adjoint à l'observatoire de Washington, en Amérique, dont le directeur est le lieutenant Maury, a fait de 1849 à 1852, avec la grande lunette de l'équatorial de cet observatoire, un travail sur le degré d'éclat apparent de ces astéroïdes, en les comparant aux petites étoiles tout près desquelles ils se trouvaient à l'époque de ses observations; et il en a publié le résultat, en mars 1852, dans le n° 36 du *Journal astronomique* américain. Les observations ont été faites, en général, dans des circonstances favorables de position des astéroïdes et de conditions atmosphériques, en prenant fréquemment pour étoiles de comparaison des étoiles doubles à distances mutuelles un peu grandes, et les Pléiades, quand cela était possible. Les étoiles de 13$^{me}$ grandeur sont les plus faibles qui puissent être vues dans la lunette employée, en éclairant les fils du micromètre. M. Ferguson a observé les petites planètes à différentes distances, et il a ramené ses observations à une mesure commune, en admettant que l'éclat de ces astres est inversement proportionnel au carré de leurs distances au Soleil et à la Terre. L'auteur n'est pas encore très-satisfait de l'accord de ses résultats; il se propose de faire dorénavant ses comparaisons, autant que

possible, avec des étoiles de 9$^{me}$ grandeur, comme étant celles dont se rapprochent le plus, en général, les astéroïdes dans leur degré de lumière, et celles qui ont été le plus étudiées par Bessel. Il n'a pas encore soumis à ses comparaisons Cérès, Pallas et Junon. Clio (ou Victoria) et Astrée sont les seules petites planètes qui aient présenté d'une manière évidente un éclat variable. En prenant pour unité l'éclat de Vesta, qui est celui d'une étoile de 7$^{me}$ grandeur, et son diamètre angulaire apparent, voici quels sont l'éclat relatif et les diamètres des nouvelles petites planètes que M. Ferguson a soumises à son examen, rangées dans l'ordre de décroissement de leur lumière. L'auteur n'a pas expliqué comment il a apprécié les diamètres, et cela ne semble pas chose facile, vu l'extrême petitesse de ces astres. Son tableau pourra être utile sous bien des rapports, et il servira, entre autres, à indiquer aux astronomes qui n'ont pas à leur disposition des instruments d'une force optique très-considérable, quels sont ceux de ces astéroïdes à l'observation desquels ils peuvent s'attacher avec quelque chance de succès.

| | Éclat relatif. | Diamètre apparent. |
|---|---|---|
| Vesta ...... | 1,000 | 1,000 |
| Hygie...... | 0,739 | 0,859 |
| Flore....... | 0,434 | 0,659 |
| Iris........ | 0,391 | 0,625 |
| Hébé....... | 0,374 | 0,611 |
| Eunomia.... | 0,363 | 0,602 |
| Clio........ | 0,254 | 0,508 |
| Egérie ..... | 0,212 | 0,460 |
| Irène....... | 0,193 | 0,438 |
| Astrée...... | 0,169 | 0,411 |
| Métis....... | 0,146 | 0,382 |
| Parthénope.. | 0,141 | 0,375 |

Je passe maintenant aux travaux récents relatifs aux comètes. Il n'y a pas eu de découvertes d'astres de ce genre, depuis les comètes qui ont été signalées, le 24 juillet 1852, par M. Westphal, et le 26 août par le P. Secchi, comètes dont j'ai déjà parlé dans le cahier d'octobre de la *Bibliothèque Universelle*.

La première a continué à être suivie par les astronomes, et M. Marth a déjà calculé des éléments de son orbite elliptique, publiés en décembre par M. Peters, dans le n° 839 des *Astr. Nachrichten*. D'après ces éléments, le passage de cette comète à son périhélie a eu lieu vers le 13 octobre, le demi-grand axe de son orbite est d'environ 15 fois celui de l'orbite terrestre, et sa révolution autour du Soleil s'accomplirait en 58 ans $^1/_3$. Vers le 14 novembre, M. Peters commençait déjà à trouver l'observation de cette comète difficile avec l'héliomètre de l'observatoire de Königsberg, à cause de la faiblesse de la lumière de cet astre, et il recommande aux astronomes munis de lunettes plus puissantes encore de chercher à la suivre aussi longtemps que possible

Quant à la comète découverte par le P. Secchi, elle est généralement regardée comme étant celle à courte période dite de Biela, dont on attendait le retour à la même époque. Mais il paraît qu'elle n'a pu être suivie longtemps, car on ne trouve pas dans le Journal de M. Petersen pour 1852 d'observations postérieures à celle du 21 septembre, faite à Cambridge, en Angleterre, par M. Breen, et publiée en novembre par M. Challis. Les dernières observations du P. Secchi relatives aux positions des deux noyaux de cette comète sont du 19 et du 20 septembre. M. Breen ne paraît avoir vu que l'un des noyaux, savoir celui situé au sud et à l'est de

l'autre. M. Challis croit que c'est celui qui était aussi le principal noyau dans l'apparition de 1846. Le second noyau a été observé, en 1852, à Rome et à Berlin. Il n'a pas été encore publié, à ma connaissance, de travail sur les éléments de l'orbite de cette comète résultant de sa dernière apparition.

Le volume du recueil in-4° de l'Académie de Berlin pour 1851 a paru vers la fin de 1852, et il renferme le sixième mémoire de M. Encke sur la comète à courte période qui porte son nom. Ce mémoire a été rédigé avant la réapparition de cette comète qui a eu lieu au commencement de 1852. On y trouve un exposé historique intéressant des recherches relatives à cet astre, ainsi que de nouveaux calculs d'éléments de son orbite elliptique, soit d'après l'ensemble des observations qui en ont été faites de 1819 à 1848, soit d'après celles faites pendant les vingt dernières années comprises entre 1829 et 1848. L'auteur continue à admettre l'existence d'une très-petite force perturbatrice extraordinaire, tendant à accélérer le mouvement de cette comète à chacune de ses révolutions, proportionnellement au carré du nombre des révolutions, conformément à la théorie qu'il a exposée à ce sujet dans un mémoire publié, en 1831, dans le tome IX des *Astr. Nachr.* (n^os^ 210 et 211). Le résultat des nouveaux calculs de M. Encke, suivant l'un et l'autre des groupes d'observations indiqués plus haut, ne lui donne pas un accord entièrement satisfaisant entre les positions calculées et observées, et il n'en obtient pas un meilleur en considérant séparément les observations de cette comète faites, soit avant, soit après ses passages au périhélie. M. Encke croit qu'on peut attribuer, en partie du moins, ces petites discor-

dances, à ce que cette comète a éprouvé, de 1819 à 1822, par l'action des planètes, de grandes perturbations, qui n'ont pas été calculées à cette époque avec une précision suffisante, et pour le calcul desquelles on a employé une valeur de la masse de Jupiter qui n'était pas tout à fait exacte. Il semblerait aussi disposé à admettre que la simple hypothèse d'une force perturbatrice de résistance, proportionnelle au carré du nombre des révolutions, ne représente peut-être pas l'ensemble des observations, de manière à ne donner que des différences comprises dans les limites de précision que comportent lesdites observations.

Je rapporterai ici ce que dit M. Encke, à la fin du mémoire, sur les résultats numériques de ses calculs, relativement à la masse et à la densité de Mercure, ainsi qu'à la constante de la force de résistance.

Si l'on s'en tient, dit-il, aux vingt dernières années d'observations de cette comète, la valeur qui en résulte pour la masse de Mercure sera encore beaucoup moindre qu'on ne l'admettait auparavant. Elle sera d'environ un dix millionième de celle du Soleil ($\frac{1}{10252900}$), ou $^1/_3$ seulement de celle que supposait Laplace. La densité de cette planète serait alors de 0,6 en prenant celle de la Terre pour unité ; elle serait ainsi sensiblement plus grande encore que celle de Jupiter, Saturne et Uranus. En n'employant que les observations faites après le passage au périhélie pendant ces mêmes années, on trouve pour la masse $\frac{1}{8234192}$, et 0,7 pour la densité. Enfin, en tenant compte de tous les lieux normaux compris de 1818 à 1848, on trouve pour la masse $^5/_8$ de celle de Laplace, et 1,8 pour la densité. M. Encke admet provisoirement pour la masse une valeur moyenne de $\frac{17}{40}$ de celle de Laplace,

valeur qu'il avait déjà obtenue par ses précédents calculs. Dans le cas de la plus grande valeur de la masse de Mercure, la constante de la résistance devrait, d'après les dix dernières années d'observation, être augmentée de sa 84^me^ partie ; elle serait alors de $\frac{1}{895}$ au lieu de $\frac{1}{905}$, en prenant pour unité de force l'attraction du Soleil à sa distance moyenne à la Terre. Si l'on admettait la plus petite valeur de la masse de Mercure, l'augmentation de ce coefficient de la résistance serait plus forte. Il faudra plusieurs révolutions, ajoute M. Encke, avant qu'on puisse obtenir un résultat décisif. Alors on peut espérer que la masse de Mercure sera exactement déterminée, autant du moins que le permettra l'état encore très-imparfait de nos connaissances, touchant les forces qui agissent sur des corps tels que les comètes.

M. le professeur Hubbard a achevé, dans le n° 44 du *Journal astronomique américain*, la publication de son travail sur l'orbite de la grande comète australe, à queue si longue et effilée, qui a été observée pendant un court espace de temps, au printemps de 1843, et qui avait passé à son périhélie le 27 février de cette même année, à une très-petite distance du Soleil. L'auteur est arrivé par ses derniers calculs à une orbite elliptique, dont la période serait d'environ 533 ans, mais il attache peu de valeur à cette détermination, à cause du petit nombre des observations et de leur peu de précision. Il arrive, cependant, ainsi, à des éléments qui les représentent mieux que si l'on admettait une durée de révolution de 175 ans seulement, en se fondant sur les grands rapports d'apparence physique qu'a eus cette comète avec celle qui a paru en 1668. Les calculs de M. Hubbard ne confirment donc pas l'hypothèse de l'identité de ces

astres, mais il reste encore beaucoup d'incertitude sur la durée de la révolution de la comète qui a fait l'objet de son travail. « La question est de savoir, ajoute-t-il à la fin de son mémoire, jusqu'à quel point l'action d'une force polaire dans les comètes elles-mêmes (force sur l'existence de laquelle on ne peut avoir de doutes maintenant), ou bien le défaut de coïncidence entre le centre de gravité de ces corps et leur centre de condensation apparente, peut modifier les conclusions dans lesquelles on fait abstraction de ces circonstances. Cette question ne serait peut-être pas trop difficile, théoriquement parlant, si les observations de comètes étaient plus précises; mais il faut que l'erreur probable des observations soit plus petite, avant qu'on puisse espérer d'en déduire des conséquences qui avancent nos connaissances sous ce rapport. La détermination finale des constantes et du mode d'action de ces forces, doit être maintenant un des motifs principaux pour chercher à perfectionner les méthodes d'observer, soit les mouvements, soit les phénomènes physiques des comètes. »

M. le docteur Weyer, *Privatdocent*, ou professeur aggrégé, dans l'université de Kiel, a fait sur la seconde comète découverte en 1849, un mémoire qui a été publié dans les n$^{os}$ 829 et 830 des *Astr. Nachr*. La comète dont il s'agit avait été découverte à l'observatoire de Paris, par M. Goujon, le 15 avril 1849, et observée dès lors jusqu'au 22 septembre. M. Goujon avait déjà calculé, d'après l'ensemble des observations de cette comète, des éléments paraboliques corrigés, qui les représentent d'une manière satisfaisante, et qui ont été publiés dans le n° 718 des *Astr. Nachr*. M. Weyer a pris le travail de M. Goujon pour base du sien, et il a cherché

quelle était celle des sections coniques qui donnait lieu à la moindre somme du carré des erreurs entre les positions de cette comète observées, et celles résultant de ses éléments calculés. Il a trouvé que c'était l'hyperbole. La parabole vient ensuite, la somme du carré des erreurs y est presque double de celle à laquelle donne lieu l'hyperbole, mais elle est près de neuf fois moindre que celle correspondant à une ellipse qui serait décrite en 13000 années par la comète. M. Weyer a calculé aussi l'effet des perturbations que l'action des planètes Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne ont exercée sur les éléments de l'orbite de cette comète pendant la durée de son apparition, et il a constaté ainsi que cet effet n'avait pu avoir une influence sensible sur la nature de l'orbite. Il résulte de ses recherches qu'il n'est pas vraisemblable que cette comète soit identique avec aucune de celles déjà connues.

Un travail du même genre a été récemment exécuté par mon neveu, M. Emile Gautier, sur la 3e comète de l'an 1847. Ce travail a été présenté par lui à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 16 décembre 1852, et il a été publié dans le n° 845 des *Astronomische Nachr.* La comète télescopique dont il s'agit avait été découverte à l'observatoire de Paris, le 4 juillet 1847, par M. Victor Mauvais, entre Céphée et la petite Ourse. Elle présentait alors un noyau assez distinct, entouré d'une nébulosité oblongue de 4 à 5 minutes de degré de diamètre, qui semblait s'allonger un peu sur le côté en forme de queue. M. Mauvais a calculé, d'après les observations de cette comète faites en juillet, des éléments de son orbite parabolique, que j'ai rapportés dans le cahier de septembre 1847 de la *Bibliothèque*

*Universelle.* Ces éléments montraient que le mouvement de cette comète était rétrograde, que son passage au périhélie aurait lieu vers le 8 août, à une distance du Soleil un peu plus grande que celle de la planète Mars, et que le plan de son orbite était presque perpendiculaire à l'écliptique. Cet astre ayant pu être suivi jusqu'en avril 1848, un grand nombre d'observations en ont été publiées, et le but du travail de M. E. Gautier a été de trouver une orbite qui les représentât le mieux possible. Il paraît y être assez heureusement parvenu, pour qu'on puisse regarder comme définitive l'orbite elliptique à très-longue période qu'il a obtenue. Il y a eu égard aux perturbations résultant de l'action de Jupiter, de la Terre et de Vénus, les seules qui fussent sensibles, et a fondé ses calculs sur sept lieux normaux, résumant l'exactitude d'autant de groupes d'observations. Quatorze équations de condition correspondant à ces lieux normaux, résolues par la méthode des moindres carrés, ont fourni les corrections qu'il convenait d'apporter aux premiers éléments elliptiques, pour les rendre aussi exacts que possible. Voici les valeurs définitives qui sont résultées de ce travail :

| | | |
|---|---|---|
| Epoque du passage au périhélie, en temps moyen de Berlin : 1847, août. | 9,37506 | |
| Longitude du périhélie . . . . . . . | 69°48′43″,2 | rapportées à l'Équinoxe de 1848,0. |
| Longitude du nœud ascendant . . . . | 338.16.57,1 | |
| Inclinaison du plan de l'orbite. . . . . | 96.33.45,0 | |
| Excentricité. . . . . . . . . . . . . | 0,998588 | |
| Distance périhélie . . . . . . . . . . | 1,766059 | |

Ces valeurs correspondent à un demi-grand axe d'environ 1251 fois celui de l'orbite terrestre, et à une période de révolution d'environ 44000 ans.

Les éléments précédents représentent, à peu de secondes près, tous les lieux normaux, sauf un seul, qui paraît douteux, et qui a été omis dans les derniers calculs.

Je dois citer encore les nouvelles recherches que M. Yvon Villarceau a présentées à l'Académie des sciences de Paris, le 6 décembre 1852, sur le prochain retour de la comète à courte période, dite de d'Arrest.

Cette comète télescopique a été découverte le 27 juin 1851, à l'observatoire de Leipsick, par M. le docteur d'Arrest. Elle a été reconnue, dès le mois d'août de cette même année, par MM. Vogel, d'Arrest et Villarceau, comme ayant une orbite elliptique à courte période. J'ai rapporté, dans le cahier de décembre 1851 de la *Bibl. Universelle*, les éléments que ce dernier avait communiqués le 27 octobre à l'Académie des sciences, éléments d'après lesquels la durée de la révolution sidérale de cette comète est de 6 ans,437.

M. Villarceau avait alors affecté d'une indéterminée chacun de ces éléments, dans l'espoir que les observations subséquentes de cet astre, et la détermination plus précise de la position des étoiles auxquelles on l'avait comparé, permettrait d'obtenir plus tard des valeurs plus exactes de ses éléments. Cet astronome a observé lui-même, à l'observatoire de Paris, les étoiles de comparaison à leur passage au méridien, et en a déduit de légères corrections à effectuer dans leurs positions. Quant aux observations de la comète, elles n'ont pas été prolongées au delà du 6 octobre; leur nombre total est de 76 et elles embrassent un intervalle de 99 jours. M. Villarceau a effectué le calcul des perturbations des éléments de cette comète par les planètes Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et

Saturne, et il a constaté qu'elles ne s'élevaient, dans l'intervalle des observations, qu'à moins d'une seconde, tant en ascension droite qu'en déclinaison. En comparant les observations faites avec l'héliomètre de l'observatoire de Kœnigsberg du 21 au 30 septembre, époque où la comète était déjà très-faible de lumière, avec celles faites par les procédés micrométriques ordinaires à Cambridge et à Bonn, il a trouvé que ces dernières donnaient, en moyenne, des ascensions droites plus faibles d'environ 18″ que celles de Kœnigsberg. Ayant formé, d'après l'ensemble des observations, 13 positions normales, il a mis à part celle du 4 octobre, qui n'est pas fondée sur des observations héliométriques, et il a calculé deux systèmes d'éléments corrigés, dont l'un est fondé sur les 12 autres positions normales, et l'autre sur l'ensemble des 13. La différence des résultats étant, en général, très-peu considérable, je ne rapporterai ici que les éléments résultant du premier système, sans y ajouter la partie indéterminée; je noterai seulement que, d'après le second, la durée de la révolution ne serait que de 2335 jours, et le prochain passage au périhélie aurait lieu vers le 29 novembre 1857.

| | |
|---|---|
| D'après le premier système d'éléments, l'instant de ce même passage, en temps moyen de Paris, aurait lieu en 1857, décembre. . . . . . . . | 2,368 |
| La durée de la révolution sidérale serait de | 2338 j, 678 |
| Le demi-grand axe de l'orbite . . . . . . | 3,448111 |
| L'excentricité . . . . . . . . . . . . . . . | 0,659670 |
| La distance périhélie. . . . . . . . . . . . | 1,173495 |
| L'inclinaison de l'orbite . . . . . . . . . | 13°55′21″,9 |
| La longitude de son nœud ascendant . . . | 148.25.31,5 |
| La longitude du périhélie . . . . . . . . . | 322.56.57,1 |

M. Villarceau remarque que les 24 équations de condition qui résultent du premier système, traitées par la méthode de M. Cauchy, laissent encore la correction du moyen mouvement mal déterminée. Leur ensemble donne pour cette correction le nombre 2",92; et ce nombre s'accorde presque exactement avec celui que fournit l'hypothèse de l'identité de cette comète avec celle découverte en 1678 par Lahire.

Je ne dois pas omettre, en parlant de travaux récents relatifs aux comètes, d'annoncer, d'après le n° de novembre 1852 des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, que le catalogue d'orbites de comètes de M. Edouard Cooper (dont j'ai déjà fait mention dans le cahier d'octobre dernier de ce recueil, à l'occasion du catalogue d'étoiles récemment publié par le même astronome), a paru à Dublin vers la fin de 1852, en un vol. in-8° de 196 pages. Ce catalogue, accompagné de notes et d'additions, s'étend jusqu'à la 4e comète de 1851. M. Cooper a ajouté à cet ouvrage : 1° une table des comètes dont les orbites elliptiques ont des plans voisins de l'écliptique, rangées dans l'ordre des inclinaisons de ces plans; 2° une table des comètes dont les révolutions sont de moins de 500 ans, arrangées selon les cadrans de la longitude de leur périhélie, et dans chaque cadran, selon l'inclinaison du plan de leur orbite sur l'écliptique. Il a conclu de ses recherches, qu'outre le mouvement direct et la petitesse de l'inclinaison, qui sont reconnus déjà comme des traits caractéristiques des comètes périodiques, une longitude du périhélie et du nœud ascendant comprise entre 45° et 135° est aussi un indice favorable de périodicité.

Le journal anglais l'*Athenæum* renferme, dans son nu-

méro du 1er janvier de cette année, p. 16, l'annonce d'un traité descriptif sur les comètes par M. Hind, auquel le nom de son auteur donne un intérêt particulier. Je me bornerai à extraire de cette annonce ce qui se rapporte à la grande comète de 1556, dont le retour était attendu depuis quelques années, et dont M. Hind s'est particulièrement occupé (voyez *Bibliothèque Universelle*, avril 1848). Après avoir cherché à tenir compte de toutes les causes perturbatrices qui ont pu agir sur elle, il croit maintenant qu'elle repassera à son périhélie le 2 août 1858, en admettant, cependant, une incertitude de deux ans dans l'époque de sa réapparition. Il évalue à 308ans,784 la durée actuelle de sa révolution.

Qu'il me soit permis, en terminant cet article, de signaler encore aux amis de l'astronomie, auxquels le *Cosmos* de M. Alexandre de Humboldt ne serait pas entièrement connu, le troisième volume de ce bel ouvrage, dont la publication en français a été seulement complétée vers la fin de 1852. Il renferme un tableau très-remarquable des principaux faits astronomiques et des résultats des découvertes modernes, rapprochés et comparés entre eux, avec cette clarté, cette précision, cette sagacité et cette universalité de connaissances qui distinguent si éminemment le savant illustre auquel on le doit. Je regrette que le temps et l'espace me manquent entièrement pour en dire davantage : mais, dans tous les cas, je ne pourrais mieux faire que de renvoyer les lecteurs à l'ouvrage lui-même.

A. G.

**Sur la déviation des projectiles, et sur une propriété curieuse des corps tournants,** par M. G. Magnus. (Mémoires lus à l'Académie des sciences de Berlin, le 7 août 1851 et le 17 juin 1852.)

(Extrait.)

*Déviation des projectiles sphériques.*

C'est un fait connu que, lorsque le centre de gravité d'un boulet ne coïncide pas avec son centre de figure, il en résulte pour le tir une déviation, qui a toujours lieu du côté où était le centre de gravité du boulet dans le canon s'il était à droite où à gauche, une augmentation de la portée si ce centre était en haut, une diminution s'il était en bas. Cette déviation peut être assez considérable pour que la longueur de la portée en soit changée d'un sixième, quelquefois même d'un quart. On a constaté de plus que cette déviation augmente plus rapidement que la distance du boulet au canon, en sorte qu'elle ne peut être attribuée qu'à une cause agissant sur le boulet pendant sa course.

Robins a, le premier, attribué cette déviation à la rotation du boulet. Cette idée a été généralement admise, mais n'a point été démontrée. Euler et Poisson eux-mêmes n'y sont point parvenus, car Poisson reconnaît que, d'après ses calculs, la déviation qui devrait résulter de la rotation du boulet et de la résistance de l'air est sans rapport avec celle que l'on a observée. M. Magnus cite encore l'opinion du major d'artillerie de Heim, pour prouver que cette explication manque encore.

Des recherches antérieures sur le mouvement des fluides l'ont conduit à une explication de cette déviation dont il a cherché à établir la vérité, non par le calcul, mais par des expériences. Il en trouve la cause dans l'action combinée de la rotation du boulet et de la résistance de l'air, et voici comment il l'explique.

Il remarque d'abord que l'on peut, pour simplifier cette étude, supposer que le boulet tourne sur lui-même sans changer de place, mais qu'il est frappé par un courant d'air animé d'une vitesse égale et de sens contraire à celle qui lui appartient réellement. Des expériences antérieures lui ont montré que, lorsqu'un liquide ou un gaz se meut le long d'une paroi, la pression qu'il exerce sur cette paroi est moindre que s'il était en repos, et d'autant moindre que sa vitesse est plus grande. Il suit de là que lorsque le boulet n'a pas un mouvement de rotation propre, il éprouve sur ses faces latérales des pressions moindres que s'il était dans un air en repos, mais qui demeurent égales et par suite se font équilibre. Il n'en est plus de même quand le boulet a un mouvement de rotation. Supposons, pour fixer les idées, que ce mouvement ait un sens tel que la partie antérieure du boulet se meuve, pour un observateur placé derrière le canon, de gauche à droite comme les aiguilles d'une montre. Le boulet entraîne par frottement une couche d'air qui tourne avec lui et dont le mouvement s'ajoutera à droite à celui du courant d'air qui vient frapper le boulet, tandis qu'à gauche il marche en sens contraire. Il résulte donc du principe qu'il admet, comme nous l'avons dit plus haut, que la diminution de pression latérale, due au mouvement de l'air, sera plus grande à droite qu'à gauche. Mais ce n'est pas tout. M. Magnus

fait observer qu'à gauche il y aura refoulement de l'air par suite de la rencontre des deux courants d'air de sens opposés. Dans ce cas, comme l'a montré Savart, il n'y a pas annulation de leurs vitesses, comme dans le cas du choc de deux corps solides, mais transformation en un mouvement des fluides dans une direction perpendiculaire, qui détermine par conséquent une augmentation de pression sur cette face du boulet. Ainsi le mouvement de rotation du boulet et de la couche d'air qu'il entraîne, se combinant avec le mouvement du courant d'air, produit à droite une diminution de pression et à gauche une augmentation ; il doit nécessairement en résulter une déviation à gauche, comme le prouve l'expérience.

Pour démontrer la vérité de cette explication, M. Magnus a fait construire les appareils suivants. Un cylindre léger, mobile autour d'un axe vertical, est placé dans un courant d'air, d'une section un peu plus grande que lui, déterminé par un soufflet à force centrifuge. Deux petites girouettes, très-mobiles, sont placées près du cylindre, à égale distance à droite et à gauche de son axe. Le cylindre étant immobile, ces girouettes se placent dans la direction du courant d'air ; dès que le cylindre est animé d'un mouvement de rotation, l'une des girouettes se rapproche du cylindre, du côté où son mouvement est de même sens que celui du courant d'air, l'autre s'éloigne au contraire de l'autre côté du cylindre. Ainsi il résulte bien de ce mouvement de rotation une diminution de pression d'un côté et une augmentation de l'autre.

Pour prouver enfin que cette influence est suffisante pour déterminer un mouvement ou une déviation, l'appareil a été modifié de la manière suivante. L'axe du cy-

lindre tournant a été fixé à l'extrémité d'un long levier portant un contre-poids à l'autre extrémité, et suspendu à son centre par un long fil métallique qui lui permettait de tourner dans un plan horizontal. Le soufflet a été placé sur un plateau tournant, de manière à pouvoir suivre le déplacement du cylindre et à diriger toujours le courant d'air contre sa surface. Avec cet appareil, on observe que le cylindre demeure immobile dans le courant d'air lorsqu'il n'est pas animé d'un mouvement de rotation, mais dès qu'on le fait tourner un peu rapidement autour de son axe, il dévie à droite ou à gauche, suivant le sens de son mouvement de rotation, conformément à la théorie exposée plus haut, et il est facile de faire décrire un cercle entier au levier qui le porte. Il n'y a aucune déviation si le cylindre tourne dans l'air en repos.

### *Déviation des projectiles allongés.*

On a employé récemment dans l'artillerie des projectiles creux, allongés, qu'on lance avec des canons rayés en spirale qui leur communiquent un mouvement de rotation autour de leur axe. Ils ont généralement la forme de cylindres, terminés en avant par une pointe conique ou ellipsoïde, et par derrière par un plan ou une demi-sphère. Partout où l'on en a fait l'essai, on a observé une faible déviation, mais toujours dans le même sens, à droite d'un observateur placé derrière le canon.

La constance du sens de cette déviation provient sans aucun doute de ce que les canons ont toujours été rayés dans le même sens. Pour un observateur placé derrière le canon, les sillons tournent, en s'éloignant de lui, de gauche à droite dans la partie supérieure, et de droite à

gauche dans la partie inférieure, ou, en d'autres termes, comme les aiguilles d'une montre. On peut encore conclure de là que cette déviation est due au mouvement de rotation imprimé au projectile autour de son axe par les sillons de l'arme.

Pour parvenir à en découvrir la cause, M. Magnus a fait quelques essais, avec les membres de la commission d'artillerie de Prusse, sur le tir de ces projectiles avec de très-faibles charges, de manière à pouvoir suivre à l'œil la marche du boulet. Il a été reconnu par ces expériences que l'axe du projectile était constamment à peu près dans la direction de la tangente à la ligne qu'il décrivait, mais qu'il ne coïncidait cependant pas exactement avec cette direction. A la fin de la course surtout la pointe était un peu plus haute, et surtout plus à droite que cette tangente.

Il est évident que si l'on trouve une cause qui oblige, en effet, l'axe du projectile à se dévier à droite de la ligne du tir, on aura expliqué par là la déviation du projectile tout entier, car la résistance de l'air agissant sur l'un des côtés de ce projectile comme sur un plan incliné, le poussera nécessairement du côté vers lequel incline son axe. Or, M. Magnus montre que cette cause réside encore dans l'action combinée de la résistance de l'air et du mouvement de rotation du projectile.

Lorsqu'on fait agir, sur l'axe d'un solide de révolution, une force qui ne passe pas par le centre de gravité de ce solide, il en résulte, si le solide ne tourne pas, une déviation de cet axe dans un plan passant par la direction de la force agissante. Mais si le solide est animé d'un mouvement de rotation rapide, son axe, au lieu de se mouvoir dans le plan de la force qui agit sur lui, pren-

dra une direction d'abord perpendiculaire à ce plan et décrira un cône, si l'on suppose le centre de gravité immobile. C'est sur ce principe bien connu que reposent les explications de la précession des équinoxes et de la nutation ; on peut le rendre sensible aux yeux au moyen d'un petit appareil très-simple construit par Bohnenberger.

Cet appareil se compose d'un sphéroïde mobile autour d'un axe supporté lui-même par trois anneaux ou cercles successifs dont les deux intérieurs sont mobiles, chacun autour d'un diamètre, de telle sorte que l'axe du sphéroïde peut prendre toutes les directions possibles.

La résistance de l'air, agissant sur un projectile allongé, peut être considérée comme une force passant par l'axe de ce projectile, mais non par son centre de gravité. Elle doit donc exercer sur lui l'effet qui vient d'être rappelé.

Pour mettre ce fait en évidence, M. Magnus a fait construire un appareil de Bohnenberger dans lequel le sphéroïde mobile était remplacé par un solide de révolution présentant la forme des projectiles allongés ; c'était un cylindre creux, de deux pouces de diamètre et autant de hauteur, terminé d'un côté par un plan, de l'autre par un cône, en sorte que la longueur totale était de 3,4 pouces. Cet appareil étant construit avec un grand soin, de manière que les centres de gravité du corps tournant et des anneaux mobiles qui le supportent coïncident, l'axe du corps peut prendre toutes les positions et la plus légère force suffit pour le déplacer tant qu'il n'a pas reçu de mouvement de rotation. Lorsque, au contraire, il est animé d'un mouvement de rotation un peu rapide, il tend à maintenir son axe dans une position

invariable, et il faut un effort notable pour le déplacer.

L'appareil étant ainsi disposé, un courant d'air, dont la section carrée avait trois pouces de côté, a été dirigé sur le solide de révolution et voici les résultats que l'on a observés. Lorsque ce solide n'avait pas de mouvement de rotation, si sa pointe était dirigée contre le courant d'air, mais sans que l'axe coïncidât exactement avec la direction de ce courant, l'écartement de l'axe était augmenté, ce qui prouve que la résultante des forces exercées par le courant d'air sur le mobile, passe par un point de l'axe situé en avant du centre de gravité. Lorsqu'on a imprimé au solide un mouvement de rotation, si l'on place son axe dans le plan vertical passant par l'axe du courant d'air, mais de manière que sa pointe se relève un peu au-dessus de cet axe, on voit cette pointe se dévier, d'abord horizontalement, à droite si le mouvement de rotation est à droite, à gauche dans le cas contraire, puis elle s'abaisse jusqu'au niveau de l'axe du courant d'air et revient par-dessous vers le plan vertical d'où elle était partie. En un mot, l'axe du solide tournant décrit un cône conformément au principe énoncé plus haut.

Cette expérience donne une explication suffisante de ce qui se passe dans le tir des projectiles allongés. Le centre de gravité de ces projectiles étant en arrière du point de l'axe où passe la résultante des forces dues à la résistance de l'air, cette résistance tend à relever la pointe du projectile ; mais, se combinant avec le mouvement de rotation de ce corps, elle détermine une déviation vers la droite de l'axe du projectile, plus tard celui-ci s'abaisserait et reviendrait ensuite vers la gauche ; mais, pendant la durée du tir, le premier effet est le seul qui se manifeste, et il en résulte une déviation à droite du projectile tout entier.

*Phénomène curieux observé sur les corps tournants*

Il n'est point question ici du déplacement remarquable signalé par M. Foucault dans l'axe de rotation d'un corps tournant parfaitement libre, et dû au mouvement de la terre. Les expériences de M. Magnus étaient antérieures à la découverte de M. Foucault, et ne duraient pas assez longtemps pour mettre ce déplacement en évidence.

Ce phénomène doit avoir été observé par tous ceux qui ont fait des expériences avec l'appareil de Bohnenberger, mais il paraît être peu connu, et, bien qu'il soit une conséquence des lois relatives à la rotation des corps, il paraît, au premier abord, si étrange, qu'il mérite d'être décrit. Il peut être énoncé ainsi : lorsqu'un solide de révolution est mobile autour d'un axe absolument libre de prendre toutes les directions dans l'espace, si son mouvement de rotation est assez rapide, on éprouvera une résistance assez grande pour produire un déplacement de cet axe dans quelque direction que ce soit. Mais si l'on assujettit cet axe à ne se mouvoir que dans un plan, on n'aura plus aucune difficulté à le déplacer dans ce plan.

L'appareil de Bohnenberger permet de constater ce fait avec une grande facilité. L'axe du corps tournant étant porté par trois cercles concentriques, dont les deux intérieurs sont mobiles autour de deux diamètres rectangulaires, peut prendre toutes les positions. Dans ces conditions, si le mouvement de rotation est un peu rapide, il faut un effort assez considérable pour déplacer cet axe dans quelque direction que ce soit. Mais si l'on fixe avec la main le second cercle, de manière à ne permettre que le mouvement du premier, celui-ci recouvrera par là toute sa mobilité.



On peut, jusqu'à un certain point, se rendre compte de cette anomalie apparente, en ayant égard au principe qui a été déjà rappelé. La force que l'on applique à l'axe du corps tournant, ne passant pas par le centre de gravité de ce corps, se combine avec son mouvement de rotation, et donne lieu à une déviation de l'axe de rotation dans une direction perpendiculaire au plan passant par cet axe et par la direction de la force, et si celle-ci continue à agir, il en résulte un mouvement conique de l'axe de rotation autour de la direction de la force qui agit sur lui. Il suit de là que, bien que l'axe de rotation soit réellement déplacé par l'action de l'effort qu'on exerce sur lui, il ne paraît cependant pas avoir cédé à cet effort, puisque son déplacement a lieu dans une direction perpendiculaire à celle qu'on a voulu lui donner. Lorsque l'axe n'est pas entièrement libre, mais assujetti à ne se mouvoir que dans un plan, la résistance à tout écart hors de ce plan donne lieu à une nouvelle décomposition de force, qui entraîne l'axe dans la direction du seul mouvement qui reste libre, et alors il paraît obéir à l'effort qu'on lui a imprimé, tandis qu'auparavant il semblait lui résister.

M. Magnus a fait construire un autre appareil plus simple, qui met en évidence le même phénomène. Une tige de fer, supportée à son centre de gravité par un axe transversal, à peu près comme le fléau d'une balance, porte à ses deux extrémités deux disques tournants, qui se font exactement équilibre. L'axe transversal de cette tige est terminé par deux pointes tournant dans deux paliers portés par une espèce de fourchette suspendue par un long fil. Par suite du double mouvement de la tige autour de son axe horizontal, et de la fourchette au-

tour du fil qui la supporte, la tige pourra prendre toutes les positions dans l'espace.

Cet appareil est mobile avec la plus grande facilité, tant que les deux disques ne sont pas animés d'un mouvement de rotation ; il l'est encore lorsqu'ils tournent tous les deux ensemble avec des vitesses égales et de sens contraires. Lorsque, au contraire, un seul disque est en mouvement, et, à plus forte raison, lorsqu'ils tournent tous les deux dans le même sens, il faut un effort assez considérable pour déplacer la tige sur laquelle ils tournent, quelle que soit la direction dans laquelle on essaie de lui imprimer ce déplacement. Mais si l'on fixe avec la main la fourchette qui était jusque-là mobile, le mouvement de la tige autour de son axe horizontal, seul possible alors, ne présente plus aucune difficulté.

C. M.

---

## Recherches sur la congélation et l'ébullition des hydrates de l'acide sulfurique,

par M. C. Marignac.

L'acide sulfurique fumant que l'on trouve dans le commerce ne renferme souvent qu'une assez faible proportion d'acide anhydre. Je pensai que je parviendrais peut-être à en extraire un acide beaucoup plus riche, en le soûmettant à une température assez basse. En effet, on indique, dans tous les traités de chimie, l'existence d'un hydrate à demi équivalent d'eau qui cristallise au-dessus de 0 degré, tandis que l'acide monohydraté est

considéré comme beaucoup plus difficile à congeler. Ayant soumis à cette épreuve un acide sulfurique fumant qui n'émettait à l'air que très-peu de fumée, je fus surpris de le voir se congeler presque entièrement à une température voisine de 0 degré, et les cristaux se conserver à plusieurs degrés au-dessus de cette température. Ce fait me paraissant contredire des données généralement admises, j'ai voulu l'examiner de près, et j'ai été conduit par là à rectifier plusieurs notions inexactes qui se sont perpétuées dans tous les traités de chimie sur la foi d'expériences probablement assez anciennes.

Ayant dû faire, pour ces recherches, un grand nombre d'analyses d'acide sulfurique, pour m'assurer à chaque fois de son degré d'hydratation, j'ai dû employer pour cela une méthode un peu expéditive et qui permet cependant une assez grande exactitude. C'est la méthode acidimétrique, reposant sur la neutralisation de l'acide par le carbonate de soude. Je préparais celui-ci en fondant du bicarbonate de soude, j'en pesais une quantité à peu près équivalente à celle de l'acide que je voulais analyser, je le dissolvais dans l'eau, j'y ajoutais l'acide après l'avoir étendu d'eau, puis je colorais la liqueur avec la teinture du tournesol. Enfin, je déterminais combien il fallait ajouter de carbonate de soude, ou en retrancher pour obtenir la neutralisation exacte, au moyen de deux liqueurs titrées, l'une contenant un gramme de carbonate de soude dans cinquante centimètres cubes, l'autre préparée avec un acide sulfurique étendu de manière à ce que le même volume neutralisât exactement un gramme de carbonate de soude. On détermine ainsi, par l'expérience, l'équivalent de l'acide que l'on veut analyser; j'ai adopté dans ces calculs, pour l'équivalent de la soude,

le nombre 389, et, par suite, pour celui du carbonate de soude 664. Ayant l'équivalent de l'acide sulfurique, il suffit d'en retrancher 500, poids d'un équivalent d'acide anhydre, la différence exprime la quantité d'eau combinée avec lui, et l'on voit ainsi immédiatement le nombre d'équivalents d'eau auquel elle correspond. Il serait inutile de rapporter tout au long les détails d'analyses aussi simples, je me bornerai donc pour chaque acide à indiquer le poids trouvé pour son équivalent, et je l'appellerai, pour abréger, le titre de cet acide. J'ajouterai seulement que j'ai contrôlé deux fois cette méthode d'analyse au moyen de la précipitation par le chlorure de baryum, et que ce procédé, infiniment plus long, m'a conduit exactement aux mêmes résultats. Je passe maintenant à l'exposition de mes expériences. Elles ont eu lieu pendant une série de jours froids, la température extérieure ne dépassant pas 0 degré pendant le jour et s'abaissant de nuit, en général, vers — 4 à — 6 degrés. Je n'ai pas eu recours, en général, à des mélanges frigorifiques, sauf pour un ou deux essais que j'indiquerai spécialement.

Mes premiers essais ont porté sur l'acide sulfurique fumant. Son titre était de 610,5, par conséquent il était arrivé, à peu de chose près, à renfermer un équivalent d'eau (112,5) pour un équivalent d'acide sulfurique (500). Soumis au froid pendant la nuit, il se prit en une masse cristalline imprégnée d'une petite quantité d'acide demeuré liquide. En renversant le flacon sur un entonnoir, je fis écouler l'eau mère, et je laissais les cristaux s'égoutter pendant quelques heures. Pour les purifier de plus en plus, ils ont été, à plusieurs reprises, refondus, soumis à la congélation et égouttés à des tempé-

ratures de plus en plus élevées. D'un autre côté, la partie liquide a été de nouveau soumise au froid, qui y a déterminé encore la formation de quelques cristaux.

L'acide primitif a été séparé ainsi en une partie non cristallisable dont le titre a été trouvé, dans deux essais, 602 et 599,7, et en une partie cristallisée qui, après toutes ces purifications, ne fondait plus qu'à 10°,4, et dont le titre déterminé à plusieurs reprises a été de 612,4, 611,6, 613,0, 614,1, moyenne 612,8.

Il résulte de là que, par l'exposition au froid d'un acide sulfurique fumant, très-peu riche, l'acide anhydre se concentre dans la partie qui demeure liquide, tandis que les cristaux présentent exactement la composition de l'acide monohydraté.

Les indications relatives à la température à laquelle se congèle l'acide sulfurique monohydraté sont extrêmement disparates. La plupart des traités de chimie ont admis le chiffre de — 34°. Cependant la fausseté de ce nombre a été établie par M. Jacquelain, dans un mémoire[1] où il rapporte des expériences nombreuses et qui paraissent avoir été faites avec soin sur ce sujet; il a trouvé que cet acide se congèle exactement à 0 degré. Il restait donc à découvrir la cause de cette différence de 10,4 degrés entre le point de congélation observé par M. Jacquelain, et celui des cristaux que j'avais extrait de l'acide fumant. Je crus d'abord qu'il y avait peut-être une différence, due à un fait d'isomérie entre des acides préparés par des méthodes très-difficiles, mais j'ai reconnu que l'erreur tenait à une autre cause.

J'ai pris d'abord l'acide sulfurique ordinaire du com-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXX, page 343.

merce qui, on le sait, n'est jamais au maximum de concentration. Il a été exposé une nuit au froid sans donner lieu à aucune cristallisation. Je l'ai concentré par une ébullition prolongée, puis je l'ai porté dans un mélange réfrigérant de neige et de sel : il s'est bientôt pris presque en masse, un thermomètre plongé dans le flacon pendant la congélation a marqué $-\frac{1}{2}$ degré, ce qui s'accorde bien avec l'observation de M. Jacquelain. Mais la cristallisation avait eu lieu trop rapidement pour qu'on pût séparer les cristaux de l'acide demeuré liquide. Heureusement, la nuit suivante ayant été assez froide, cet acide, que j'avais laissé fondre, a cristallisé peu à peu, en grands cristaux prismatiques entrecroisés, qui remplissaient tout le flacon; mais en le renversant sur un entonnoir, ils ont laissé couler une très-grande quantité d'acide demeuré liquide, et qui, à la même température, n'a plus fourni de cristaux. Les cristaux séparés de la partie liquide ne se sont fondus qu'à $+5$ à $+6$ degrés. Soumis à de nouvelles cristallisations, et égouttés à des températures de plus en plus élevées, ils ont atteint le point de fusion de 10,3 degrés, qui se confond sensiblement avec celui des cristaux extraits de l'acide fumant.

Le titre de l'acide cristallisé était de 614, celui de la partie demeurée liquide de 630,8.

Il résulte de là que l'acide sulfurique concentré par une ébullition prolongée n'est pas, comme on l'admet généralement, de l'acide monohydraté. Il renferme un peu d'eau en excès, et ne constitue pas un hydrate défini, puisqu'il se sépare en deux parties par la cristallisation. C'est la présence d'un acide plus étendu, et non congelable, qui a fait descendre à 0 degré le point de

congélation de cet acide dans les expériences de M. Jacquelain.

Ce fait est tellement contraire à une opinion qui paraît admise par tous les chimistes, que j'ai dû m'en assurer par de nombreux essais. Mes analyses ne permettent aucun doute. J'ai trouvé, en effet, les titres suivants :

Acide sulfurique ordinaire, concentré par l'ébullition presqu'à réduction à moitié de son volume : 623,2.

Acide sulfurique fumant, privé, par une ébullition prolongée, de tout excès d'acide anhydre, et réduit à moins du quart de son volume : 625,9.

Acide sulfurique pur (distillé), concentré par six heures d'ébullition : 621,6

L'acide précédent, maintenu pendant huit heures à une température assez élevée pour en distiller à peu près le tiers, sans qu'il y ait cependant jamais eu ébullition : 622,6[1].

Les substances étrangères qui peuvent se trouver dans l'acide du commerce tendant à faire paraître la proportion d'eau trop élevée, les deux dernières expériences, faites sur un acide pur, méritent plus de confiance. Ainsi on peut admettre que l'acide sulfurique, après une longue ébullition, contient, pour un équivalent d'acide anhydre 122,1 d'eau, soit environ un équivalent et un douzième ; et cela est vrai même lorsqu'on a soumis un acide fumant à la distillation.

[1] Cette dernière expérience a été motivée par l'observation faite par quelques chimistes, et rapportée dans le Traité de chimie de Gmelin, que l'acide sulfurique monohydraté (concentré par l'ébullition ?), soumis à une température élevée, mais qui n'atteint pas l'ébullition, dégage un acide plus hydraté et se transforme en acide fumant. On voit que je n'ai rien obtenu de semblable.

Je dois faire remarquer cependant que cette observation n'est pas entièrement nouvelle, seulement les chimistes, qui ont eu l'occasion de la faire, paraissent avoir considéré ce fait comme accidentel. M. Gay-Lussac, dans son mémoire sur l'alcalimétrie [1], dit que l'acide sulfurique distillé, le plus concentré qu'il ait pu obtenir, retient un peu au delà d'une proportion d'eau, mais que l'excès est très-petit ; il ajoute qu'il le fera connaître plus tard, mais je n'ai pas vu qu'il l'ait fait. M. Bineau, dans un mémoire sur la densité de l'acide sulfurique [2], remarque aussi qu'il lui a été impossible d'arriver par la concentration à un produit renfermant moins de 1 pour 100 d'eau en sus de la composition assignée par la théorie. Or, l'acide monohydraté devrait contenir 18,36 pour 100 d'eau, et un acide au titre de 622,1 en contient 19,62. Ainsi l'observation de M. Bineau s'accorde bien avec les miennes. Mais ce savant attribue cet excès d'eau à une absorption d'eau atmosphérique pendant le refroidissement de l'acide.

Peut-être serait-on disposé, en effet, à adopter cette explication. Mais les considérations précédentes conduisent à une conséquence, qu'il est facile de vérifier par l'expérience, et qui lèvera tous les doutes : c'est la préparation de l'acide sulfurique anhydre au moyen de l'acide ordinaire.

En effet, de l'acide sulfurique ordinaire ayant été concentré par l'ébullition, puis soumis à la congélation, l'acide monohydraté, qui s'en est séparé par cristallisation a été soumis à la distillation. Les premiers produits

[1] *Ann. de Chimie et de Phys.*, 2me série, tome XXXIX, p. 339.
[2] *Ibidem*, 3me série, tome XXIV, p. 342.



de cette distillation étaient bien de l'acide anhydre, qui s'est solidifié dans le récipient non refroidi ; mais s'est redissous bientôt dans l'acide qui a passé plus tard en le transformant en un acide très-fumant.

Je ne pense pas cependant que l'on puisse trouver une application industrielle avantageuse à cette méthode de fabrication de l'acide anhydre ou de l'acide fumant. Il est vrai qu'elle n'exige que les frais de concentration et de distillation, mais elle n'est praticable que pendant des froids un peu vifs, et ne donne qu'un assez faible produit. Il est facile de calculer, en effet, d'après les données précédentes, quelle est la proportion d'acide anhydre que peut fournir l'acide concentré par l'ébullition.

Admettons 622,1 pour le titre de l'acide concentré par l'ébullition, et 630,8[1] pour celui de l'acide liquide qui sera séparé par la congélation de l'acide monohydraté. Il est facile d'en conclure que 18,3 équivalents d'acide concentré au titre de 622,1 fourniront 8,7 équivalents d'acide monohydraté au titre de 612,5 et 9,6 équivalents d'acide affaibli au titre de 630,8. En effet :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 7 équiv. d'acide monohydraté | = 5328,75 = | ($SO^3$) 4350 + | (HO) 978,75 |
| 9,6 » d'acide affaibli | = 6055,68 = | » 4800 + | » 1255,68 |
| 18,3 équiv. d'acide concentré | = 11384.43 = | » 9150 + | » 2234,43 |

En poids, 11384,43 d'acide concentré rendent 5328,75 d'acide monohydraté, soit 46,81 pour 100.

[1] J'ai obtenu une fois 633,9 pour le titre de la partie non congelée, mais c'était après l'emploi d'un mélange de neige et de sel ; d'ailleurs dans ce cas les cristaux demeurent imprégnés de cet acide affaibli, et se fondent en grande partie lorsqu'on cherche à les faire égoutter.

Lorsque ensuite on soumettra l'acide monohydraté à la distillation, il perdra de l'acide anhydre pour revenir au titre de 622,1. Or, l'acide monohydraté contient 500 d'acide anhydre pour 112,5 d'eau ou 542,6 d'acide anhydre pour 122,1 d'eau. Donc 664,7 d'acide monohydraté perdront 42,6 d'acide anhydre, soit 6,41 pour 100.

Combinant ces deux résultats, on voit que 100 parties d'acide concentré par l'ébullition rendraient

$$\frac{46,81 \times 6,41}{100}$$

ou 3 pour 100 d'acide anhydre. Encore ne faut-il voir là qu'une proportion maximum qu'on n'atteindrait pas tout à fait dans la pratique.

Voulant examiner les propriétés de l'acide sulfurique monohydraté, j'ai dû le préparer à l'état de pureté, et j'ai répété sa préparation avec de l'acide sulfurique purifié par distillation. J'ai opéré sur une quantité suffisante pour pouvoir le soumettre à un grand nombre de cristallisations successives, chaque fois à une température plus élevée, et en faisant écouler la partie demeurée liquide avant qu'elle eût cessé de donner des cristaux. L'acide ainsi purifié m'a donné, dans deux essais, les titres de 613,2 et 613,5. Il présente les propriétés suivantes :

Son point de fusion est à + 10,5 centigrades. Mais il jouit éminemment de la propriété de demeurer liquide bien au-dessous de cette température. Souvent je l'ai vu passer la nuit, au-dessous de 0 degré, sans se congeler. Dans ce cas, l'agitation seule ne détermine pas, en général, la cristallisation; mais si l'on y introduit

quelques parcelles de cristaux du même acide extrait d'un autre flacon, aussitôt elle se produit et se propage rapidement dans toute la masse ; le thermomètre remonte immédiatement à 10,5 degrés. Aussi faut-il avoir soin, dans sa préparation, pour chacune des cristallisations successives qu'on veut opérer, d'arrêter sa fusion lorsqu'il reste encore quelques cristaux, dont la présence empêche le liquide de se refroidir, sans cristalliser, au-dessous de son point de congélation. La présence d'un petit excès d'acide anhydre paraît s'opposer à ce phénomène ; la congélation se fait alors beaucoup plus facilement, bien que le point de fusion en soit réellement abaissé. Cependant, un excès trop considérable d'acide anhydre s'oppose complétement à la congélation ; ainsi, un acide au titre de 600 ne se congelait plus par une nuit froide, et un acide au titre de 580 n'a point donné de cristaux dans un mélange frigorifique à — 20 degrés, même après y avoir ajouté des cristaux d'acide monohydraté, qui s'y sont, au contraire, dissous.

L'acide monohydraté ne fume pas à la température ordinaire, mais il suffit de le chauffer vers 30 ou 40 degrés, pour qu'il dégage quelques fumées. Si on le chauffe dans une cornue, on voit la production de vapeur s'accroître graduellement ; l'ébullition paraît commencer vers 290 degrés, mais le thermomètre monte rapidement et ne devient stationnaire que vers 338 degrés, lorsqu'il cesse de se dégager de l'acide fumant.

J'ai trouvé pour la densité de cet acide, rapportée à celle de l'eau prise à la même température que l'acide :

| | |
|---|---|
| à 0 degré . . . | 1,854 |
| 12 » | 1,842 |
| 24 » | 1,834 |

En la rapportant, au contraire, à la densité de l'eau prise toujours à 0 degré, on trouve :

| | | |
|---|---|---|
| à 0 degré . . . | | 1,854 |
| 12 | » | 1,842 |
| 24 | » | 1,830 |

On voit que la densité diminue assez rapidement à mesure que la température s'élève, et qu'il n'y a pas de changement dans la loi de sa contraction lorsqu'il se refroidit au-dessous de son point de congélation, sans perdre sa liquidité. Au moment de sa solidification, il y a une diminution de volume très-notable.

J'ai fait aussi quelques essais sur la congélation d'autres hydrates de l'acide sulfurique.

De l'acide pur, étendu d'un peu d'eau, a donné par le froid de gros cristaux que j'ai séparés de l'eau-mère et purifiés par une nouvelle cristallisation. Après cela, ils ont donné à l'analyse le titre 726,2. C'est donc, comme on le savait déjà, l'hydrate à deux équivalents d'eau. J'ai trouvé son point de fusion à + 8,5 degrés. M. Jacquelain avait trouvé 8 degrés.

Un acide fumant, très-riche en acide anhydre, obtenu en réunissant les premiers produits de la distillation de l'acide fumant du commerce, s'est pris en grande partie en une masse cristalline à la température ordinaire. J'ai fait écouler la portion demeurée liquide, et j'en ai déterminé le titre; il était de 537,4. Les cristaux égouttés fondaient à + 33°. Je les ai laissés cristalliser très-lentement dans un lieu un peu chaud, et j'ai fait écouler l'acide resté liquide à + 30°. Les cristaux ainsi purifiés n'ont plus fondu qu'à + 35°, et m'ont donné à l'analyse le titre 553,8. Si l'on remarque qu'ils devaient encore retenir un peu de l'acide liquide plus chargé d'a-

cide anhydre, on voit que cette composition est précisément celle d'un hydrate renfermant deux équivalents d'acide anhydre pour un équivalent d'eau. Il est clair, d'ailleurs, que c'est un composé défini et non un mélange, puisque l'augmentation ou la diminution dans la proportion d'eau déterminent également un abaissement considérable du point de fusion.

L'existence de cet hydrate était admise, mais je ne sais s'il avait été réellement analysé. En tout cas, on ne connaissait pas son point de fusion.

Les indications relatives au point de fusion de l'acide sulfurique anhydre, sont fort contradictoires. D'après M. Bussy, il fond vers 25 degrés, et ce nombre a été généralement adopté. Mais Gmelin rapporte, dans son *Traité de Chimie* que, d'après Wach, il ne fond que vers 100 degrés. Surpris d'une aussi grande différence, j'ai tenté quelques essais sur ce sujet, et j'ai vu avec étonnement se reproduire dans mes expériences les mêmes variations. En poursuivant cette étude, je crois m'être assuré qu'elles doivent être attribuées à un phénomène de dimorphisme, et non à une différence dans la nature chimique ou dans le degré de pureté de l'acide. Voici quelques-unes des observations sur lesquelles je me fonde.

De l'acide sulfurique anhydre, enfermé dans un tube scellé à la lampe, et chauffé au bain-marie, commence à fondre à une température peu élevée, mais sa fusion n'est que partielle, et le demeure même à des températures bien plus élevées que celle à laquelle elle a commencé ; je l'ai vue rarement devenir complète avant 80 ou 90 degrés. Après sa fusion complète, l'acide, refroidi à la température ordinaire, peut rester quelque-

fois assez longtemps liquide ; porté dans de l'eau à 0 degré, il se solidifie très-rapidement. Si on le réchauffe immédiatement après, il fond plus facilement, et ne laisse qu'un faible résidu exigeant une température élevée pour se dissoudre dans le reste du liquide. Si on l'essaie, au contraire, un ou deux jours plus tard, la proportion de ce résidu peu fusible est bien plus considérable.

Lorsque cet acide a été fondu dans un tube, la couche liquide très-mince, adhérente aux parois supérieures du tube, cristallise immédiatement par le refroidissement, en aiguilles radiées excessivement déliées. Si l'on plonge le tube dans de l'eau tiède, immédiatement après la formation de ces aiguilles, on les voit fondre aussitôt. J'ai obtenu leur fusion dans de l'eau à 18 degrés. Au bout de vingt-quatre heures, j'ai vu ces mêmes aiguilles résister pendant plusieurs minutes dans de l'eau en pleine ébullition, et ne disparaître qu'en se volatilisant.

Une certaine quantité d'acide a été recueillie dans un tube coudé en U, que j'ai scellé à la lampe. L'acide étant tout entier dans l'une des branches, je l'ai portée dans un bain d'eau bouillante, l'autre branche étant maintenue à $+ 15^\circ$. L'acide a subi immédiatement une fusion partielle ; au bout de quelques minutes, la partie fondue avait entièrement passé par distillation dans la branche refroidie ; l'autre contenait un résidu non fondu, semblable à du coton humide, qui ne se volatilisait plus que lentement. Le tout a été alors refroidi à 0 degré, puis j'ai coupé le tube au coude et analysé les deux portions. Elles m'ont donné toutes deux le même titre, correspondant exactement à celui de l'acide sulfurique anhydre.

Une autre portion d'acide, recueillie également dans

un tube en U, a été traitée exactement de la même manière. Lorsque la partie fondue dans l'eau bouillante a été distillée, j'ai refroidi le tube, puis je l'ai étiré à la lampe par le milieu, de manière à isoler les deux portions d'acide sans qu'elles eussent le contact de l'air. Enfin je les ai chauffées au bain-marie. L'acide qui avait été distillé a fondu le premier, laissant cependant un résidu qui n'a disparu que vers 85 degrés. L'autre portion n'a commencé à fondre que lorsque l'eau a été près de l'ébullition, et sa fusion n'a été complète qu'après plusieurs minutes d'ébullition. Mais, à partir de ce moment, les deux acides se sont comportés exactement de la même manière. Qu'ils eussent été solidifiés lentement à la température ordinaire, ou brusquement à 0 degré, ils fondaient ensemble lorsque je les chauffais dans le même bain-marie, laissant sensiblement dans chaque cas la même proportion de résidu non fondu, qui ne se dissolvait qu'à une température plus ou moins élevée, mais la même pour tous les deux.

Je dois à l'obligeance de M. Ph. Plantamour d'avoir pu examiner aussi un échantillon d'acide anhydre, qu'il avait préparé trois ans auparavant. Quelques fines aiguilles s'étaient sublimées dans le col du petit ballon scellé à la lampe qui le renfermait. En plongeant cette extrémité dans un bain d'eau bouillante, il n'y a eu aucune fusion, mais seulement volatilisation au bout de quelques minutes. Quant à la masse contenue dans le ballon même, elle a commencé vers 55 degrés à montrer quelques indices de fusion, mais une portion est demeurée sans fondre, même après que l'eau du bain a été pendant quelque temps chauffée à l'ébullition.

Il paraît bien résulter de là que l'acide sulfurique an-

hydre est susceptible de deux modifications isomériques; l'une fondant très-facilement, vers 18 degrés, produite soit par distillation, soit par fusion à une température élevée, mais qui, une fois solidifiée, passe bientôt à l'autre état. L'autre provient de la métamorphose de la précédente, ne fond que vers 100 degrés, probablement même seulement parce qu'elle se volatilise et repasse ainsi à la première modification.

---

## RECHERCHES DE M. DOYÈRE SUR LA COMPOSITION DU LAIT ET SUR LES MOYENS D'EN APPRÉCIER LA VALEUR [1].

On possède beaucoup d'analyses du lait de divers animaux, spécialement du lait de vache; mais, outre les variations fréquentes de composition, qui sont de nature à embarrasser dans les applications, il paraît que les chimistes n'avaient pas pu distinguer deux principes dont l'importance est assez grande dans la pratique. Ces deux principes sont la caséine et l'albumine. On les réunit souvent dans les analyses, parce que tous les deux sont azotés; mais l'albumine, soluble à l'eau froide, se coagule à l'eau chaude et se trouve absolument insoluble à l'eau bouillante; d'où il résulte que, dans la fabrication des fromages, elle reste ou elle ne reste pas, suivant le pro-

[1] Le travail de M. Doyère est exposé, avec de grands détails sur les analyses, dans les *Annales de l'Institut agronomique de Versailles*, 1 vol. in-4°, 1852. L'extrait que nous en donnons a été fait par M. Alph. de Candolle pour la Classe d'agriculture de la Société des Arts de Genève, c'est-à-dire pour une réunion d'agriculteurs pratiques.



cédé employé. Dans les fromages faits à une chaleur modérée, l'albumine s'écoule avec l'eau ; mais si l'on maintient une température élevée, jusqu'à la filtration complète ou l'égouttage de l'eau, toute l'albumine demeure avec la caséine. On comprend aussi que la quantité d'albumine doit influer sur la valeur du lait dans la nutrition de l'homme, en particulier dans celle des enfants et des malades.

Le mérite des travaux de M. Doyère est d'avoir toujours distingué ces deux principes, et d'avoir employé, pour les obtenir, des méthodes exactes et faciles, au moins pour des chimistes. La base de ces méthodes est de traiter la matière azotée, obtenue du lait, par l'acide acétique. Celui-ci précipite la caséine et la sépare de l'albumine.

Les analyses dont M. Doyère publie le résultat s'élèvent à plus de trois cents. Elles ont été faites sur le lait d'un grand nombre de vaches de races diverses, pris dans les mois de septembre à mars, et un mois au moins après le part. Il donne aussi la composition du lait de chèvre, de brebis, d'ânesse, de jument, et du lait de femme, d'après quelques analyses, faites au moyen des mêmes méthodes, ce qui conduit à des résultats intéressants pour la médecine. Les expériences continuaient, et l'auteur devait publier, une autre année, la composition du lait de vache selon les races, l'âge, l'éloignement du part, la nourriture, etc., ce qui exige de longues observations ; mais malheureusement l'Institut agronomique de Versailles a été supprimé tout à coup. Il restera de lui un excellent volume de travaux chimiques, sur des sujets importants pour l'agriculture, et il est bien douteux qu'on possède jamais, à l'avenir, un établissement où l'on puisse reprendre des recherches aussi difficiles.

Je reviens aux analyses de M. Doyère.

Voici la composition moyenne du lait de vache dans les conditions que j'ai indiquées :

*Lait de vache.*

| | |
|---|---|
| Beurre......... | 3,20 |
| Caséine......... | 3,00 |
| Albumine....... | 1,20 |
| Sucre de lait .... | 4,30 |
| Sels divers....... | 0,70 |
| Matières solides .. | 12,40 |

Le surplus, soit 87,6 est constitué par l'eau, dans laquelle toutes ces matières sont ou dissoutes (les sels, l'albumine, le sucre), ou suspendues (beurre, caséine). On a eu soin, pour commencer l'analyse, de dessécher la partie solide par une chaleur de 120° environ.

Dans l'état ordinaire de vaches de diverses espèces, du 1[er] septembre au 15 mars, chacune ayant vêlé depuis plus d'un mois et avec le même régime, on a trouvé des exceptions considérables sous le rapport des parties constituantes du lait :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Le beurre a varié de... | 5,40 | à | 1,45 |
| La caséine .......... | 4,30 | — | 1,90 |
| L'albumine. ......... | 1,50 | — | 1,09 |
| Le sucre............ | 5,25 | — | 3,90 |
| Les sels ............ | 0,88 | — | 0,65 |

C'est-à-dire que, dans une des analyses, on a trouvé jusqu'à 5,40 de beurre, et dans une autre, sur le lait d'une autre vache, seulement 1,45, etc.

Le lait de brebis contient énormément de parties solides (18,40), et il est riche surtout en beurre (7,50). Le lait de chèvre se rapproche davantage du lait de

vache. Il peut arriver, par l'effet des variations, que tel lait de chèvre soit identique avec tel lait de vache.

Il est intéressant de voir, dans les tableaux de M. Doyère, que la composition du lait de femme s'éloigne notablement de celle du lait de vache, de chèvre, et surtout de brebis, et se rapproche beaucoup de la composition du lait le plus utile aux malades, le lait d'ânesse. L'analyse chimique confirme le résultat de l'expérience médicale, et montre que c'est la petite quantité de caséine et la grande proportion de sucre qui rend le lait d'ânesse très-semblable au lait de femme, tandis que l'abondance de caséine et la petite proportion de sucre rendent les laits de vache, de chèvre et de brebis trop pesants pour les estomacs d'enfants et de malades. La caséine se coagule par les acides qui existent ordinairement dans les voies digestives; elle devient alors insoluble et assez indigeste. L'albumine, au contraire, toujours soluble à la température du corps humain, est d'une facile absorption. D'après M. Doyère, si un médecin voulait administrer à un malade un lait aussi semblable que possible au lait de femme, il devrait ordonner la seconde moitié ou le troisième tiers de la traite d'une ânesse, car le premier tiers contient moins de beurre.

Comme ces détails peuvent intéresser les hommes de l'art, et même les pères de famille, et toutes les personnes charitables qui donnent des conseils hygiéniques pour la nourriture des malades ou des enfants, nous transcrirons en un seul tableau la composition des laits divers, au moins de ceux dont on fait usage en Europe, car le lait de jument et celui de lama ne peuvent être qu'un objet de curiosité scientifique.

*Composition moyenne des parties solides du lait de*

| | Vache. | Chèvre. | Brebis. | Anesse. | Femme[1]. |
|---|---|---|---|---|---|
| Beurre........ | 3,20 | 4,40 | 7,50 | 1,50 | 3,80 |
| Caséine........ | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 0,60 | 0,34 |
| Albumine...... | 1,20 | 1,35 | 1,70 | 1,55 | 1,30 |
| Sucre de lait.... | 4,30 | 3,10 | 4,30 | 6,40 | 7,00 |
| Sels divers..... | 0,70 | 0,35 | 0,90 | 0,32 | 0,18 |
| Matières solides.. | 12,40 | 12,70 | 18,40 | 10,37 | 12,62 |

M. Doyère indique un procédé commode pour connaître la valeur du lait, au point de vue de la fabrication des fromages.

Il s'agit de savoir la quantité de beurre et de caséine, car ce sont les deux éléments qui constituent le fromage. Pour cela, on coupe dans du papier gris deux filtres aussi semblables que possible et petits. On prend un peu de lait, par exemple, dix grammes, et on le verse dans un verre. On ajoute quatre fois le même volume d'eau, et quatre ou cinq gouttes d'acide acétique, jusqu'à coagulation. L'addition de l'eau a pour but seulement de rendre les opérations plus nettes et plus promptes. On jette dans un des filtres le liquide troublé, et la filtration s'opère en quelques minutes, si le papier n'est pas collé. Dès qu'elle est terminée, on déroule le filtre, de manière à ne plus le laisser que plié en deux, et on l'introduit dans l'autre filtre encore sec, arrangé de la même manière. Tous deux sont placés entre des feuilles de papier non collé, ce qui achève d'enlever l'humidité, surtout quand la main exerce une pression suffisante. Lorsque toute l'eau qu'on peut ainsi enlever a disparu, il reste deux filtres de papier mouillé, dont l'un contient la partie utile pour faire le

[1] Le mémoire ne dit pas sur combien d'analyses et de personnes cette moyenne est calculée; mais, quelques détails que nous ne donnons pas ici, montrent que la composition varie pour le lait de femme comme pour celui des animaux, et même probablement il varie davantage, car le régime est plus varié.

beurre. Alors, on met dans le bassin d'une balance le filtre plein, et dans l'autre bassin, le second filtre; la différence de poids donne la quantité de fromage que contient le lait, car c'est l'équivalent du fromage pressé et égoutté.

Pour connaître la quantité de beurre contenue dans un lait, voici le procédé le plus simple : Prenez une quantité pesée de lait, par exemple, 10 grammes; ajoutez 40 grammes d'acide acétique étendu d'un volume d'eau égal au sien; et jetez sur un filtre, après avoir agité. Il passe un liquide limpide. Vous prenez alors dans deux tasses : 1° 10 grammes d'un liquide formé comme le précédent avant la filtration; 2° 10 grammes du liquide filtré. Après avoir été desséchés, les deux résidus n'auront de différence que l'absence du beurre dans le second; ainsi, la différence de leur poids exprimera le beurre contenu dans le lait.

Les méthodes pour apprécier la quantité de caséine, d'albumine, de sucre ou de sels divers que renferme le lait, sont plus compliquées et moins utiles. Il nous suffit de renvoyer au mémoire les personnes qui voudraient les connaître. Nous terminerons en citant l'opinion de M. Doyère, au sujet des divers instruments par lesquels on essaie de mesurer, dans la pratique, la valeur des laits. Ils laissent à désirer, comme on va le voir, sous le rapport de la précision absolue; mais, en les employant conjointement et avec les précautions usitées dans nos fromageries [1], leur usage n'est pas à dédaigner.

Parmi ces instruments, un des plus simples et des plus recommandés, surtout en Angleterre, consiste à verser le lait dans un tube de verre gradué. On laisse la crème se former, et l'on apprécie la valeur du lait par la quantité

[1] Appelées communément *fruitières*.



de crème obtenue. Cet appareil a reçu le nom barbare[1] de *crémomètre* ou le nom plus régulier de *galactomètre*. M. Doyère pense que la crème peut offrir des compositions assez différentes dans deux laits ayant les mêmes proportions de beurre et de caséine. Cela tient à ce que les globules du beurre ont des grosseurs très-variées, et qu'en s'élevant avec plus ou moins de facilité, elles entraînent plus ou moins de globules de caséine, selon l'état de cette matière imparfaitement dissoute. L'expérience directe l'a prouvé à M. Doyère ; l'observation commune le confirme : car chacun sait qu'après la production de la crème, le dessous contient encore des matières grasses, plus ou moins abondantes, sans parler des matières sucrées et des sels, qui ont aussi leur valeur, au moins pour l'alimentation de l'homme. Malgré cela, le galactomètre est utile dans certains cas, par exemple, lorsqu'on achète du lait dans le but de faire de la crème ou du beurre.

Le *lactoscope* de M. Donné est comme une espèce de lunette, qu'on remplit de lait ; en regardant par l'une des extrémités la colonne de liquide, celui-ci est plus ou moins opaque, et la valeur du lait est supposée en proportion du degré d'opacité. Cela serait vrai, si le beurre était la seule matière dissoute ou suspendue dans le lait, encore même la température et d'autres causes accessoires ne seraient-elles pas sans influence ; mais le lait est un mélange très-compliqué, et sa valeur dépend, en partie, de la caséine et de l'albumine, qui ont un degré d'opacité variable. Pour du lait pur, la composition naturelle qui varie, et probablement la température, font varier l'opacité ; pour du lait fraudé, l'addition de gomme, par exemple, empêcherait de reconnaître l'erreur.

[1] Moitié français, moitié grec.

L'*aréomètre* accuse la pesanteur du lait relativement à l'eau pure. On fait usage quelquefois d'un aréomètre spécial, imaginé par M. Quevenne, appelé par lui *lactodensimètre*, et, à Genève, on emploie des aréomètres ordinaires appelés *pèse-lait*. D'après M. Doyère, la densité du lait de vache est presque toujours comprise entre 1030 et 1035, celle de l'eau étant 1000. Or, la densité peut tomber au-dessous de 1030 dans des circonstances qui ne sont pas toujours des altérations, bien au contraire. On peut avoir ajouté de l'eau chargée de gomme, cela est vrai, mais aussi la proportion de beurre peut se trouver plus grande qu'à l'ordinaire. En effet, la densité du beurre est de 930, d'où il résulte qu'un lait contenant plus de beurre que la moyenne, peut accuser une pesanteur spécifique moindre de 1030. Il y avait dans les fermes de l'Institut à Versailles, des vaches dont le lait contenait 5 et même 5 $^1/_2$ $^0/_0$ de beurre, et dont le lait, par cette seule cause, pesait 1029 et même 1028. Voici, du reste, une opération qui démontre l'absurdité de tous les aréomètres pour la vérification du lait. Écrémez un lait et ajoutez-y de l'eau, vous augmentez son poids spécifique. On vend aujourd'hui à Paris, dit M. Doyère, à 10 centimes le litre, un lait qui marque 1030 au lactodensimètre de M. Quevenne, et qui ne contient presque pas de traces de beurre. La proportion des matières solides y est de 7 $^0/_0$ au lieu de 12. Ainsi, les aréomètres sont dangereux, si l'on n'alloue pas une part aux variations de pesanteur du lait, et si l'on ne contrôle pas l'opération par d'autres moyens.

Ceci nous montre combien il est juste de faire ce que le règlement de nos fromageries exige ou doit exiger, dans le cas où le lait fourni par un des sociétaires se trouve

trop léger : on fait traire la vache en présence du commissaire, qui pèse avec le même aréomètre. Si le lait ainsi obtenu est du même poids qu'à l'établissement, sa légèreté ne peut pas être imputée à la fraude. Il est possible que la faible pesanteur vienne d'une proportion considérable des parties formant le beurre et la crème, et l'on pourrait s'en assurer par le moyen du galactomètre.

L'emploi combiné des deux instruments, aréomètre et galactomètre, paraît donc assez utile, et heureusement ils sont tous les deux très-simples. On emploie beaucoup le galactomètre dans les fromageries du canton de Vaud. La Classe d'Agriculture de Genève en a fait venir quelques-uns, qui sont déjà placés dans notre canton. Combiné avec l'aréomètre ou pèse-lait, cet instrument donne une grande sécurité, car on ne voit pas comment un lait pourrait être bon si, manquant de densité à l'aréomètre, il produit moins de crème qu'un autre lait, pendant un même laps de temps et dans le même lieu.

Pour les personnes qui désirent s'assurer de la qualité d'un lait qu'elles savent être pur, nous avons indiqué des procédés assez simples et rapides de M. Doyère, par lesquels on trouve la proportion des parties solides, celle des parties utiles pour le fromage, celle du beurre et celle de la crème, c'est-à-dire tout ce qui est vraiment utile à connaître. Le bas prix du lait et le mode de vente ne permettent pas de supposer dans tous les pays les fraudes coûteuses et compliquées qu'on essaie dans de grandes villes. Si, en vue de ces fraudes, une analyse complète, par un chimiste, est réputée nécessaire, on fera très-bien de consulter l'excellent travail de M. Doyère

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE ET GÉODÉSIE.

### 33. — SUR LE NAUTICAL ALMANAC AMÉRICAIN.

Le premier volume d'un *Nautical Almanac* américain, celui pour l'année 1855, est sur le point de paraître, s'il n'a pas paru déjà. Cette publication importante, décrétée il y a environ trois ans par le Congrès des Etats-Unis, a été placée sous l'inspection du département de la marine, et sous la direction du lieutenant C.-H. Davis. Celui-ci a présenté au Sénat, dans sa dernière session, un rapport intéressant relatif à cet ouvrage, rapport qui a été inséré dans le cahier de novembre 1852 du *Journal Américain* de MM. Silliman et Dana. Je vais en extraire quelques détails, propres à donner l'idée de ce qui doit distinguer ce nouvel almanach nautique, entre les publications du même genre qui existent déjà.

L'almanach américain, calculé pour le méridien de Washington, sera tout à la fois, comme les almanachs européens du même genre, à l'usage des marins et des astronomes. Les positions et les distances lunaires y ont été calculées d'après de nouvelles tables de la Lune, construites dans le bureau même de cet almanach, en faisant usage des corrections résultant de la publication, par M. Airy, des observations lunaires faites à Greenwich de 1750 à 1830, et de divers travaux récents sur la théorie de la Lune de MM. Hansen, Peirce, Longstreth, etc. La supériorité de ces nouvelles tables sur celles qui étaient employées jusqu'à présent a été prouvée, entre autres, d'après M. Davis, par la comparaison qui en a été faite avec l'observation, lors de l'éclipse totale de Soleil du 28 juillet 1851. A Washington, par exemple, l'almanach britannique était en erreur de 78 secondes pour le commencement de l'éclipse et de 62 secondes pour la fin : tandis que les calculs fondés sur les tables américaines ne l'ont été que de 13 secondes pour le commencement et de 1 $^1/_2$ pour la fin, d'après les observations de MM. Hubbard et Fergu-

son. De telles différences, d'après les anciennes éphémérides, donneraient lieu à des erreurs de 15 à 20 milles anglais, dans la détermination de la longitude en mer par le moyen des distances lunaires. M. Davis évalue à un tiers de minute de degré l'erreur qui a lieu fréquemment dans les éphémérides lunaires actuelles, ce qui en produit une de dix milles dans la détermination de la longitude; il croit que la possibilité de telles erreurs, provenant de cette source, est annullée dans l'almanach américain. Une nouvelle méthode, accompagnée de tables, pour calculer les distances lunaires, paraîtra dans le premier volume de cet almanach.

La plus grande précision que cette nouvelle éphéméride procurera dans les positions de la Lune, permettra aussi de tirer un parti avantageux, pour la détermination des différences de longitude terrestre, des observations de passage au méridien de la Lune et des étoiles voisines de son parallèle, observations qu'on ne pouvait guère utiliser jusqu'à présent que lorsqu'on en avait de correspondantes faites en d'autres stations. Cela servira, entre autres, à obtenir les positions géographiques d'un grand nombre de points situés sur les rives de l'Océan Pacifique, dans les territoires de l'Orégon et de la Californie, où plus de 600 observations de ce genre ont été faites par les ingénieurs américains, chargés, sous la direction de M. Bache, des travaux topographiques qui s'exécutent le long des côtes des Etats-Unis.

L'éphéméride de la planète Mercure sera déduite pour la première fois, dans l'almanach américain, de la nouvelle et élégante théorie de M. Le Verrier. On introduira dans celles de Vénus et de Mars les corrections des éléments des tables de Lindenau, résultant des observations faites à Greenwich de 1750 à 1830; une réduction ultérieure de ces observations, en ce qui concerne Mars, a été faite en vue de la construction de nouvelles tables de cette planète.

Les tables actuelles de Jupiter et de Saturne ont été entièrement reconstruites pour cet almanach, d'après les corrections indiquées par M. Airy, en attendant la nouvelle théorie qu'en prépare M. Hansen. Quant à Uranus, on a combiné les recherches de

M. Le Verrier avec la nouvelle théorie qui a été communiquée, en avril 1848, à l'Académie américaine par M. le prof. Peirce. Les tables des perturbations de Neptune calculées par M. Peirce, et les éléments elliptiques de cette planète obtenus par M. Sears Walker, ont servi à ce dernier à en préparer l'éphéméride. L'observation a prouvé jusqu'à ce moment, ajoute M. Davis, que les positions d'Uranus et de Neptune qui ont été obtenues ainsi, surpassent en précision celles de toutes les anciennes planètes.

Les positions apparentes des étoiles fixes ont été calculées, pour l'almanach américain, d'après les valeurs les plus récentes et les plus dignes de confiance des constantes de la précession, de la nutation et de l'aberration. On prépare au bureau de cet almanach de nouvelles tables pour les réductions de ce genre, destinées à faire suite à celles de Bessel.

Le nouvel almanach contiendra, en outre, une ample liste d'occultations d'étoiles et de planètes par la Lune, une table soignée des positions géographiques d'un grand nombre de points, analogue à celle qui se publie dans la *Connaissance des Tems*, mais étendue particulièrement en ce qui concerne l'Amérique. On y trouvera aussi une table de l'heure des marées, et de ce qu'on nomme l'*établissement du port*, en un grand nombre de stations des Côtes américaines, qui résulte des travaux d'observation, sur ce point, des ingénieurs des Etats-Unis.

Chaque volume de ce recueil annuel paraîtra trois ans à l'avance, et aura une étendue de 500 à 600 pages in-8°. M. Davis évalue à 19400 dollars, soit à environ cent mille francs, le coût total probable de chacun des volumes qui suivront le premier.

On comprend facilement que les perfectionnements introduits dans cette publication, exciteront une favorable émulation pour celles du même genre qui paraissent en Europe. C'est probablement en vue de la concurrence prochaine que le *Nautical Almanac*, américain va faire à celui d'Angleterre, que le prix de ce dernier recueil vient d'être réduit de moitié, chaque volume annuel ne coutant plus que 2 ½ schellings au lieu de 5. A. G.

### 34. — Sur l'état d'avancement actuel de la nouvelle carte topographique de la France [1].

C'est dans le dix-huitième siècle qu'a été exécutée la première grande carte topographique de la France, composée de 180 feuilles, qui porte le nom de *carte de Cassini*, parce que trois générations d'astronomes de cette famille y ont travaillé successivement. Quelque mérite qu'eût cette carte pour l'époque où elle a été faite, dès l'année 1808 le chevalier Bonne, colonel au corps des Ingénieurs-géographes, exposait à l'empereur Napoléon Ier, d'après son ordre, le programme des travaux à entreprendre pour construire une nouvelle carte qui remplaçât la première, avec tous les perfectionnements de méthodes et de calculs que le temps avait amenés. Ce ne fut, cependant, qu'en 1816, sous le règne de Louis XVIII, qu'il fut donné suite à ce projet. Une commission présidée par l'illustre Laplace, et dont Delambre et Puissant étaient vice-président et secrétaire, en arrêta les bases; et une ordonnance du roi, du 6 août 1817, en prescrivit l'exécution.

Le dépôt général de la guerre à Paris étant chargé de la direction de cette immense entreprise, un bureau spécial composé d'officiers supérieurs du corps des Ingénieurs-géographes, y fut organisé pour cet objet; son président fut le colonel Brossier, et son secrétaire M. Coraboeuf. Il fallait d'abord exécuter une triangulation générale du premier ordre, en la liant, soit à la méridienne de Dunkerque à Barcelonne, déjà mesurée par Delambre et Méchain, et prolongée jusqu'à l'île de Formentera par MM. Biot et Arago; soit aux travaux commencés dans d'autres directions, et en particulier sur la perpendiculaire comprise de Brest à Strasbourg, et sur la partie du parallèle moyen qui traverse la France.

Le canevas trigonométrique fut divisé en grands quadrilatères, limités par des chaînes principales de triangles, distantes entre

[1] Cet article est l'extrait d'une notice plus étendue sur le même sujet, qui a paru dans la partie non officielle des numéros du 28 et du 29 janvier 1853 du journal français le *Moniteur Universel.*



elles d'environ deux cent mille mètres, et dirigées parallèlement et perpendiculairement au méridien de Paris. Outre les bases déjà mesurées près de Melun et de Perpignan par Delambre et Méchain, et celle d'environ dix-neuf mille mètres, mesurée en 1804, près d'Ensisheim en Alsace, par le colonel Henry, pour servir de point de départ à une triangulation en Suisse, de nouvelles bases ont été encore mesurées, l'une à Brest par le colonel Bonne, en 1823; une autre à Aix par le commandant Delcros, en 1825; une troisième à Bordeaux, en 1826, par le colonel Brousseaud; et une quatrième à Gourbera, près de Dax, en 1827, par le colonel Corabœuf. Ces bases se sont servi de vérification mutuelle. Ainsi la longueur de la base de Melun, résultant de la mesure effective, était de . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10526$^{m}$,91.

Cette même longueur a été trouvée par le calcul :

1° En partant de la base de Brest et au moyen de la chaîne de triangles intermédiaire, de . . . . . . . . . . . . 10526$^{m}$,91.

2° En partant de la base d'Ensisheim . . . . . . 10527$^{m}$,08.

Des observations astronomiques destinées à des déterminations de longitude, de latitudes et d'azimuts ont aussi été effectuées successivement par divers ingénieurs, de 1824 à 1845, sur un assez grand nombre de points de ce vaste réseau.

Ce premier travail, outre son importance fondamentale pour la construction de la nouvelle carte de la France, a déjà fourni et fournira encore des éléments très-intéressants pour la détermination de la figure réelle du globe terrestre rapporté à la surface générale des mers[1]. La question de la différence de niveau, que l'on supposait pouvoir exister entre la mer Méditerranée et l'océan Atlantique, est une de celles qui a été résolue par les observations de distances zénithales réciproques, qui ont servi à déterminer l'*altitude*, ou la hauteur au-dessus du niveau de la mer, de chacune des stations du réseau trigonométrique. Ces opérations ont fait voir

[1] Je dois citer, à cette occasion, l'ouvrage publié en 1839 par le colonel Brousseaud, sur la mesure de l'arc français du parallèle moyen, ouvrage dont il a paru un compte rendu détaillé dans le cahier de février 1840 de la *Bibl. Univ.*



que les deux mers, dans leur état de repos, ne forment qu'une seule et même surface de niveau.

Il a fallu exécuter encore deux autres ordres de triangulations, avant d'arriver aux levés topographiques proprement dits, d'après lesquels chaque feuille de la nouvelle carte a pu être dessinée et gravée. On avait espéré d'abord pouvoir tirer parti, pour ces dernières opérations, des plans cadastraux et des ingénieurs chargés de ces plans; mais, par suite de diverses circonstances, les ingénieurs-géographes ont dû, pendant longtemps, exécuter eux-mêmes la planimétrie.

Pendant que les opérations de triangulations s'effectuaient successivement, on préparait au dépôt de la guerre les feuilles sur lesquelles les levés devaient être dessinés, en plaçant sur ces feuilles les points du premier, du second et du troisième ordre, d'après leurs coordonnées en latitude et en longitude, déduites des calculs géodésiques Le topographe, partant de ces points, relevait ensuite avec la planchette ou la boussole tous les détails de planimétrie, de manière à représenter sur ces feuilles la forme du terrain, les cours d'eau, les cultures diverses et les constructions de toute nature. Dans l'origine, en 1818, les levés étaient faits à l'échelle de 1 pour 10000. Vers 1822, on adopta, pour abréger le travail, celle de 1 pour 20000; et depuis 1826 on a employé, pour les parties à reconnaître d'après les levés du cadastre, l'échelle du 40000$^{me}$. De nombreuses cotes de niveau ont été prises, et des courbes horizontales de niveau équidistantes ont été tracées sur les minutes topographiques, de manière à permettre de régler, suivant les lignes de plus grande pente, les hachures exprimant dans la gravure le relief du terrain.

La triangulation du premier ordre a été exécutée de 1818 à 1845. Elle a été faite, à deux ou trois exceptions près, par des officiers ingénieurs-géographes, même après la fusion de ce corps dans celui de l'état-major, qui a eu lieu en 1831. Une description détaillée de leurs opérations a été publiée, soit dans le ***Mémorial du dépôt général de la guerre***, soit dans un ouvrage à part, qui porte le titre de : ***Description géométrique de la France***. Le 1$^{er}$

volume in-4° de cet ouvrage, rédigé par le colonel Puissant, a paru en 1832; le 2$^{d}$, rédigé par M. le colonel Corabœuf, en 1840; le 3$^{me}$ et dernier, qui est sous presse, est dû à M. le colonel Peytier, chef actuel de la première section du dépôt de la guerre.

La triangulation du second ordre est aussi presque entièrement exécutée; elle couvre actuellement les 988 millièmes de la surface de la France, et la partie déjà levée embrasse les $^{4}/_{5}$ de cette surface. Il y a eu, depuis trente-cinq ans, de 50 à 80 officiers employés chaque année sur le terrain, à l'exécution de ces divers travaux, souvent si pénibles, et qui exigent tant de forces de corps et d'esprit pour être longtemps soutenus.

Au 1$^{er}$ janvier 1831, ces travaux étaient déjà avancés, et 6 feuilles gravées étaient en œuvre, mais rien n'était encore publié. De 1831 à 1851, c'est-à-dire pendant l'époque où le général Pelet a été directeur du dépôt de la guerre, 130 feuilles de la carte ont paru. Dès lors, sous la direction de M. le général Morin, 28 nouvelles feuilles ont été livrées au public, ce qui porte à 158 le nombre de ces feuilles déjà mises en circulation. On peut évaluer la partie de la carte actuellement gravée aux $^{3}/_{5}$ au moins de sa totalité. Il faudra probablement encore une dixaine d'années pour l'achèvement des travaux et de la gravure. La carte est gravée à l'échelle du 80000$^{me}$, selon la projection modifiée de Flamstead, et chaque feuille de gravure a environ un demi-mètre, soit 1 $^{1}/_{2}$ pied de hauteur, dans le sens de la méridienne, et 8 décimètres, ou 2 $^{1}/_{2}$ pieds, dans le sens perpendiculaire au premier.

La partie de la carte déjà gravée, et les éléments manuscrits sur lesquels elle est fondée, ont rendu et rendent encore de grands services, pour fixer la direction des chemins de fer, des canaux, des routes, etc. Elle épargne de longues et coûteuses recherches, et réalise ainsi une économie considérable pour le pays. Le produit annuel de la vente des feuilles détachées de cette carte, au prix de 6 à 7 francs la feuille, est de 25 à 30 mille francs. Mais une carte sur une si grande échelle ne serait pas, dans son ensemble, d'un usage très-répandu. Aussi le dépôt de la guerre a-t-il commencé, sous la direction du général Pelet, une carte générale de la France,

à une échelle 4 fois plus petite, c'est-à-dire de 1 pour 320000. Elle sera divisée en 32 feuilles, et couvrira dans son ensemble une surface de $3\,^1/_2$ mètres sur $3^m,6$. Elle indiquera, comme la grande carte, les voies de communication, les cours d'eau, les principales divisions de culture et le relief du terrain, qui sera fixé par des cotes de niveau. On y trouvera seulement les noms des *chefs-lieux* de commune, tandis que la grande donne ceux de tous les lieux habités. Elle présentera l'ensemble des masses comprises entre les cours d'eau, en conservant à chacune d'elles le caractère qui lui est propre.

La première livraison de cette carte réduite a été terminée à la fin de 1852; elle comprend le sud de l'Angleterre, le nord de la France, de Dunkerque au Havre, et les environs de Paris. Sa publication sera probablement complétée en même temps que celle de la grande carte. Il restera à faire une nouvelle réduction, qui donne une carte *portative* de la France. Ce projet est à l'étude, et on peut espérer que l'exécution commencera bientôt.

La nouvelle carte topographique de la France a valu au dépôt de la guerre de Paris une grande médaille d'or à l'exposition universelle de Londres, en 1850. Ce beau travail, qui aura été accompli en quarante-cinq ans, restera comme un monument remarquable de l'habileté et du dévouement des savants, des ingénieurs et des artistes qui auront concouru à son exécution. A. G.

---

## MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE.

35. — RECHERCHES SUR LA TEMPÉRATURE DE LA TERRE A DE GRANDES PROFONDEURS, par M. WALFERDIN. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 3 février 1855.)

M. Walferdin a profité de la grande profondeur que la sonde a atteinte dans le forage qui s'opère à Mondorff, dans le grand-duché de Luxembourg, pour y faire quelques observations intéressantes sur la température de la terre à de grandes profondeurs.

Déjà en 1845, M. Welter avait cherché à mesurer la tempéra-



ture, lorsque l'instrument foreur était parvenu à $671^m,2$. Mais M. Welter s'était servi de thermomètres coupés, et diverses circonstances devaient faire naître des doutes sur l'exactitude des résultats, qu'il était d'autant plus utile d'éclaircir, que la sonde avait pénétré depuis lors jusqu'à la profondeur considérable de 730 mètres. Une nouvelle expérience dans le puits de Mondorff se liait, d'ailleurs, à celles que M. Walferdin a entreprises dans le but de déterminer, au moyen des procédés les plus rigoureux, la loi d'accroissement de la température terrestre à de grandes profondeurs, suivant la nature des terrains traversés, leur degré de conductibilité et leur position dans la partie de l'écorce terrestre accessible à nos investigations. Laissons maintenant M. Walferdin exposer lui-même les détails de ses observations.

« Je suis allé, au mois de décembre dernier, à Mondorff, où M. Willmar, président du Conseil du gouvernement du grand-duché, qui préside aussi le Conseil d'administration des bains, s'est rendu, de son côté, avec M. Kaempff, administrateur des bains; il a bien voulu mettre à ma disposition le registre contenant le journal détaillé des opérations du forage exécuté par l'ingénieur M. Kind, l'analyse de M. Vankerkoff et celle de M. Reuter, professeurs de chimie, et une notice de M. Schmit, médecin des eaux de Mondorff, sur les propriétés médicales de ces eaux et sur les résultats obtenus depuis plusieurs années.

« Il m'a adjoint M. Moris, jeune professeur de physique et de géologie à l'Athénée du Luxembourg, qui m'a constamment secondé, et il m'a autorisé à disposer non-seulement du personnel de l'établissement, mais du matériel qui pouvait servir à assurer le succès de mes expériences.

« J'appris alors que la source jaillissante qui alimente l'établissement thermal de Mondorff ne provenait point du fond du trou de sonde, mais de 502 mètres seulement. Cette circonstance, dont ne faisait point mention la note de M. Welter, ne permettait pas d'obtenir, ainsi que je l'avais espéré, une indication précise de la température de la terre à la profondeur à laquelle on était parvenu. On conçoit, en effet, que l'espace compris entre 502 et 720

mètres étant rempli d'eau, il se forme des courants, et l'accroissement de température doit ainsi différer de celui qui aurait lieu dans la partie solide du globe terrestre. Je crus néanmoins qu'il pouvait être utile de constater la température du fond dans l'état actuel de ce forage.

« Après avoir pris les précautions nécessaires pour faire parvenir au fond du trou de sonde trois de mes thermomètres à déversement garantis de la pression, et avoir chargé le tube creux qui les contenait, d'un poids de 27 kilogrammes, je les ai fait descendre lentement à la profondeur de 718 à 720 mètres, la partie inférieure du trou de sonde se trouvant remplie, sur un espace de 10 à 12 mètres, de marnes, d'argiles et d'autres roches qui se sont détachées des parties non tubées.

« Ils sont arrivés au fond en trois heures, y ont séjourné dans la vase compacte pendant douze heures, et ont été ramenés à la surface en deux heures trente minutes. Le tube creux qui les contenait est revenu rempli de roches et d'argiles du fond.

« Les thermomètres à déversement sont à échelle arbitraire ; pour le n° 1, 1°=25p,089 ; pour le n° 2, 15p,890 ; et pour le n° 3, 14p,692.

« A leur retour à la surface, vérifiés successivement par M. Moris et par moi, ils ont indiqué 27°,63. Je ne me suis pas borné à cette première expérience ; je l'ai répétée trois fois, en faisant descendre, séjourner et remonter les instruments pendant les mêmes intervalles de temps ; et ils ont donné, en moyenne, le même résultat.

« Mais la source artésienne provenant de 502 mètres pouvait seule indiquer la température du sol dans la zone d'où elle jaillit avec un débit de 606 litres d'eau par minute. J'ai donc fait descendre à 502 mètres mes trois thermomètres déverseurs ; ils y sont parvenus en une heure trente minutes ; je les ai laissés séjourner à l'orifice de la colonne liquide ascendante pendant cinq heures, et ils ont été remontés en une heure. Cette expérience a également été répétée trois fois, et la moyenne a donné 25°,65.

« Pour obtenir la détermination la plus probable de la tempéra-



ture moyenne du sol, inconnue à Mondorff, j'ai observé régulièrement celle d'un puits fermé qui se trouve près de l'établissement thermal; sa profondeur est de 7 mètres, dont 4$^{m}$,50 d'eau. Douze jours d'observation ont donné, en moyenne, 9°,7. Cette détermination concorde d'ailleurs, en ayant égard à quelques différences dans les hauteurs, avec la température des puits d'Altwies, de Remerschen et d'Elvange, situés à peu de distance de Mondorff, et ne s'écarte pas de la température moyenne de Metz, résultant d'une longue série d'observations. On sait que Metz est situé à 178 mètres, et Mondorff à 205 mètres au-dessus du niveau de la mer.

« Ainsi, en retranchant 7 mètres pour la profondeur du puits où j'ai recherché l'indication de la température moyenne, on a 25°,65 — 0°,7 = 15°,95 d'accroissement pour 495 mètres, ou 1 degré pour 31$^{m}$,04.

« Je rends compte, dans ce mémoire, d'une série d'observations que j'ai faites :

« 1° A 610 mètres, pour vérifier si l'anomalie constatée de 720 à 502 mètres se maintient dans l'espace intermédiaire ;

« 2° A 450 mètres, pour apprécier l'abaissement de température occasionné par des sources supérieures à 502 mètres.

« 3° De 423 mètres à la surface, pour obtenir l'indication du décroissement de température de 100 en 100 mètres, dans la partie tubée du trou de sonde.

« Je donne ensuite les résultats de mes investigations sur la nature des terrains traversés.

« La vallée de Mondorff, où coule l'Aalbach, petite rivière qui sépare la France du grand-duché du Luxembourg, est située entre des escarpements du grès du Luxembourg, dans les anfractuosités duquel les marnes et le calcaire du lias se sont déposés.

« Je décris, dans ce mémoire, les terrains que la sonde a traversés, dans l'ordre suivant :

| | |
|---|---|
| Lias . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 54m,11 |
| Keuper. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 206,02 |
| Muschelkalk. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 142,17 |
| Grès bigarré et, dans la partie inférieure, grès vosgien. | 311,46 |
| Schistes anciens et quarzite du terrain de la grauwacke des Allemands . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,24 |
| | 730,00 |

« Le forage de Mondorff avait été entrepris pour la recherche des eaux salifères et du sel gemme qui se trouvent dans le trias ; après qu'on eut atteint les schistes anciens, les travaux furent abandonnés, et c'est alors que les analyses de l'eau jaillissante ayant démontré son analogie avec celles de Kreutznach et de Hombourg, il s'est formé à Londorf un des établissements thermaux qui sont appelés à obtenir le plus de succès.

« Il m'a paru intéressant de rechercher, comme je l'avais fait pour le puits de Grenelle avant son jaillissement, quelles sont les hauteurs des points où affleure le terrain qui donne naissance aux sources artésiennes de Mondorff.

« La carte et les coupes font voir que le grès bigarré d'où jaillissent les sources de Mendorff, a été déposé dans une sorte de golfe formé par les terrains de transition de l'Ardenne à l'ouest, de l'Eifel au nord, et du Hundsruck à l'est; et je démontre que le grès bigarré, avec ses marnes et argiles est dans ces directions, de 175 à 200 mètres plus élevé que le niveau du sol à Mondorff. Cette différence, entre le point d'introduction des eaux et celui de leur surgissement à la surface, rend parfaitement raison du jaillissement des sources de l'établissement thermal de Mondorff, et confirme complétement les données d'après lesquelles il m'a été possible de prévoir, à l'avance, ainsi que M. Arago l'avait fait de son côté par un autre procédé, l'élévation probable, au-dessus de la surface du sol, de la nappe aquifère de Grenelle[1].

« L'observation, à 502 mètres, de la température de la couche, d'où jaillit la source minérale dans le forage de Mondorff, donne lieu à un rapprochement curieux.

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 11 novembre 1839.

« C'est à peu près à la même profondeur, à 505 mètres, que la dernière expérience avait été faite le 18 août 1840, par M. Arago et moi, dans le puits de Grenelle avant que l'eau ne jaillît, et nous avions trouvé à cette profondeur 26°,43 ou, en prenant pour point de départ la température moyenne du sol à Paris, de 18°,6, 1 degré centigrade pour 31$^{m}$,9.

« J'avais trouvé précédemment à Saint-André, département de l'Eure, où la sonde a pénétré dans le terrain de craie jusqu'à 253 mètres[1], 1 degré pour 30$^{m}$,95.

« On a vu que la température du puits foré de Mondorff étant, à 502 mètres, de 25°,65, et la température moyenne de 9°,7, on a 1 degré pour 31$^{m}$,04.

« Ainsi, à Paris et à Saint-André, on a traversé, dans la partie supérieure des terrains secondaires, la masse de craie et les argiles du gault, à Mondorff, dans la partie inférieure des terrains secondaires, les masses marneuses et gypseuses du keuper, les assises calcaires du muschelkalk, et les marnes et argiles du grès bigarré et l'accroissement de la température est resté, comme on le voit, assez sensiblement constant. »

Si aux recherches relatées par Walferdin, nous joignons le résultat de celles qui furent faites, en 1833, à Pregny, par MM. les professeurs A. de la Rive et Marcet, et auxquelles M. Walferdin fait allusion, nous arrivons à une coïncidence remarquable sur la loi de l'accroissement de la température à partir de la couche invariable entre les observations faites dans les différentes localités du globe. Nous trouvons, en effet, en les rapportant dans l'ordre chronologique dans lequel elles ont été faites, que la température de la terre augmente:

1° A Pregny (près de Genève), de 1° cent. pour 32$^{m}$,55, au moyen d'observations faites jusqu'à une profondeur de 225 mètres.

2° A Saint-André (département de l'Eure), de 1° pour 30$^{m}$,95, au moyen d'observations faites jusqu'à 253 mètres de profondeur.

3° Au puits de Grenelle à Paris, de 1° pour 31$^{m}$,9 au moyen d'observations faites jusqu'à 505 mètres de profondeur.

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 16 avril 1838.

4° A Mondorff (grand duché de Luxembourg), de 1° pour $31^{m},04$, au moyen d'observations faites jusqu'à 502 mètres de profondeur; celles faites jusqu'à 720 mètres présentant, comme on l'a vu, quelques anomalies provenant de la présence des sources jaillissantes.

On voit, d'après cette comparaison, que les observations de Genève et de Paris sont celles dont les résultats sont les plus concordants. On peut donc regarder sans erreur sensible, que l'accroissement de température est généralement, à partir de la couche invariable, de 1° cent. pour 32 mètres, soit à peu près pour 100 pieds. Les légères différences peuvent tenir, soit à quelques difficultés d'observation provenant de la présence des eaux dans les trous de sonde, soit aussi de la disposition et de la nature des terrains dans les différentes localités. Ainsi la légère infériorité dans l'accroissement de température observé à Pregny, près de Genève, pourrait tenir à ce que le lieu où l'observation a été faite est situé au sommet d'une petite colline dont les couches jusqu'à une certaine profondeur appartenant à une espèce de grand tertre naturellement isolé et plus exposé à l'action des causes extérieures, n'ont peut-être pas exactement la température qu'elles auraient si elles étaient situées au-dessous de la surface générale du sol. Il est bien possible que ces différences, du reste, bien légères, tiennent aussi principalement à la nature du sol souterrain bien différente près de Genève de ce qu'elle est aux environs de Paris et aux autres lieux d'observations cités plus haut, ainsi que cela résulte de la description des couches soumises traversées par la sonde, que MM. de la Rive et Marcet donnent dans leur mémoire[1].

---

36. — Sur la réfraction du son, par M. Sondhauss. (*Pogg. Annal.*, tome LXXXV, page 378.)

L'auteur a expérimenté avec des réservoirs lenticulaires formés

[1] Voyez *Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. natur. de Genève*, tome VI, page 503, et Poisson, *Théorie mathématique de la chaleur*, pages 417 et 418.



tantôt de la membrane d'une vessie, tantôt de baudruche, tantôt de papier de poste et enfin de collodion. Ce dernier était entouré d'un cercle de plomb de onze pouces et un tiers de diamètre sur deux et quart de large : les deux segments sphériques qui constituaient la lentille étaient hauts l'un de deux pouces une ligne et demie, l'autre de deux pouces deux lignes et demie. L'enveloppe de collodion reposant sur deux colonnes en bois fut remplie de gaz acide carbonique.

L'auteur a constaté avec de nombreuses précautions, que le bruit d'une montre placée à une distance convenable sur l'axe s'entendait de l'autre côté sur le prolongement de celui-ci, mais cessait d'être perçu par une oreille placée ailleurs. Plusieurs personnes, et en particulier M. Bunsen, ont confirmé ces résultats. La même réfraction a été observée dans le cas de mots ou de phrases entières échangés entre deux observateurs placées sur l'axe à des distances convenables de part et d'autre de la lentille. On peut aussi substituer un petit tuyau d'orgue à la montre, et rendre sensible à l'œil, à l'aide d'une membrane recouverte de sable fin, l'existence du foyer vers lequel les ondes convergent. Du reste, en traversant la lentille, le ton ne change ni d'acuité, ni de timbre.

37. — Résultats de quelques expériences sur l'action chimique de la lumière, par M. W. Slater. (*Chemical Gazette* du 1er septembre 1852.)

Ces expériences ont été surtout entreprises dans le but d'examiner la loi proposé par Grothuss, savoir que *les rayons qui décolorent le plus promptement une substance donnée sont ceux dont la couleur est complémentaire de celle de cette substance.*

Les solutions employées pour isoler les diverses couleurs furent pour le

*Jaune*, le bichromate de potasse;
*Vert*, les chlorures de cuivre et de fer mêlés;
*Bleu*, l'ammonio-sulfate de cuivre;
*Rouge*, la teinture sulfurique de roses;
*Blanc*, l'eau mélangée d'un peu d'acide nitrique.

Les vases qui renfermaient ces solutions étaient disposés sur une étagère à douze pieds au-dessus du sol; le soleil les éclairait librement tout le jour.

On plaça d'abord dans les cinq rayons colorés des tubes contenant une solution concentrée de permanganate de potasse. L'ordre dans lequel la décomposition eut lieu fut bleu, rouge, blanc, vert, jaune. Les deux premiers tubes étaient presque décolorés le troisième jour; on les ouvrit le septième et on trouva qu'il n'y avait plus de manganèse dissous. Le blanc et le vert ne furent entièrement décomposés que le vingt-deuxième jour. Le jaune contenait encore beaucoup d'acide permanganique au bout de huit semaines. On voulut déterminer l'effet du libre contact de l'air sur les décompositions actiniques; dans ce but, on choisit deux tubes contenant une solution de permanganate, l'un fermé, l'autre ouvert, et on les fixa dans des fioles pleines d'ammonio-sulfate de fer, en cimentant les cols pour empêcher la sortie des fumées ammoniacales. Au bout d'environ huit heures la solution dans le tube fermé était entièrement décolorée, tandis que l'autre avait encore une teinte rouge foncée. De même, du peroxyde de mercure exposé à la lumière bleue dans un tube fermé se noircit considérablement en quatre jours, tandis qu'il demeura sans changement dans un tube ouvert.

Le periodure de mercure préparé par trituration, placé à l'état sec dans des tubes fermés, fut influencé dans l'ordre suivant: bleu, rouge, blanc, vert, jaune; l'action de ces deux dernières couleurs fut à peine sensible et provenait peut-être de petites quantités de lumière bleue et rouge que les solutions n'avaient pas absorbées. Dans des vases ouverts, l'action parut être un peu moins rapide. Recouvert d'eau, l'iodure ne fut affecté par aucun rayon.

Ce sel est beaucoup plus stable qu'on ne l'affirme en général. L'échantillon employé dans ces expériences avait été conservé pendant dix ans à la lumière diffuse sans qu'il en fût altéré, et il fallut le placer dans le rayon bleu durant plusieurs semaines pour obtenir un effet bien décidé. Le periodure obtenu par précipitation paraît moins stable.

L'iodure d'amidon parfaitement sec a été influencé dans l'ordre



suivant : bleu, rouge, blanc, jaune et vert, ces deux derniers rayons n'agissant qu'avec une grande lenteur et d'une manière incomplète. Humide, cet iodure est blanchi beaucoup plus rapidement que lorsqu'il est sec, plus promptement aussi dans un tube ouvert que dans un tube fermé.

Le perchlorure de mercure fut attaqué dans l'ordre suivant : bleu, rouge, blanc, vert. Le rayon jaune ne détermine aucune formation sensible de protochlorure. Dans la lumière bleue, cette substance donne des résultats erronés si elle n'est pas totalement protégée contre les vapeurs ammoniacales. Pour le peroxyde de mercure l'ordre est : bleu, rouge (beaucoup d'effet), blanc, vert, jaune (effet très-faible.)

Une teinture alcoolique de la matière verte qui colore les feuilles fut décomposée très-rapidement et presque simultanément dans tous les rayons, la série apparente fut : blanc, rouge, jaune, vert, bleu.

Le sulfocyanure de fer alcoolisé donne : blanc, bleu, jaune, vert, rouge.

On voulut déterminer si la décomposition était influencée par la concentration des liqueurs, et pour cela on plaça sept fioles bouchées dans la lumière blanche, chacune renfermant une solution de sublimé corrosif dans l'eau. La première fiole contenait la solution concentrée ; le numéro deux avait été dilué de 20 volumes d'eau distillée, le numéro 3 de 40, le numéro 4 de 80, le numéro 5 de 120, le numéro 6 de 160, enfin le numéro 7 de 330. La décomposition la plus prompte eut lieu dans le numéro 6, puis dans les numéros 5 et 4.

On a affirmé que le rayon bleu enlève aux sels leur eau de cristallisation. L'expérience contredit cette assertion relativement à l'oxalate d'ammoniaque et au ferrocyanure de potassium. Des poids déterminés de ces sels placés sous des verres bleus, blancs et verts n'avaient pas varié au bout d'un mois.

M. Hunt a observé une solution de bichromate de potasse, qui donne un précipité vert jaunâtre avec le sulfate de cuivre sous l'influence des rayons solaires. M. Slater a trouvé que le même phénomène a lieu dans tous les rayons, que les vases soient fermés ou

ouverts, mais un peu plus promptement chez les premiers. L'action est à la fois plus rapide et plus complète dans les solutions étendues que dans les concentrées ; quand celles-ci cessent de déposer elles recommencent à précipiter si on les étend d'eau. Une effervescence considérable est produite par le dégagement d'oxygène. Le précipité est d'abord d'un vert jaunâtre. Une fois sec, il est d'un jaune brunâtre et diminue considérablement de volume.

Des solutions de sulfate de cuivre et de bichromate exposées séparément au soleil, puis mélangées dans l'obscurité, donnent le même précipité, tandis qu'elles n'en donnent aucun, même après une longue attente, si elles ont été préparées dans l'obscurité, à moins toutefois qu'on ne vienne à bouillir le mélange. Si l'on sépare le précipité obtenu par l'action du soleil, et qu'on porte ensuite le liquide à l'ébullition, on voit paraître un précipité d'une teinte plus rougeâtre, qui est probablement identique avec le chromate de cuivre de Bensch, mais qui n'a pas encore été analysé. Enfin, on ne sait pas encore d'une manière certaine si l'état électrique et hygrométrique de l'atmosphère exerce une influence quelconque sur les décompositions actiniques.

---

38. — DE LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR A TRAVERS LES SUBSTANCES ORGANIQUES, par M. le docteur J. TYNDALL. (*Philos. Magaz.*, février 1853.)

Les expériences de MM. de la Rive et de Candolle avaient déjà montré que la chaleur se propage plus facilement dans la direction des fibres du bois que dans le sens perpendiculaire. Le D[r] Tyndall vient de reprendre le sujet d'une manière plus générale. Il s'est procuré des cubes de 54 espèces de bois anglais et étrangers, taillés de manière que quatre des faces fussent parallèles aux fibres et les deux autres perpendiculaires. Deux des premières étaient parallèles aux couches ligneuses. La source de chaleur employée était un courant électrique dont l'intensité était rendu invariable au moyen d'une boussole de tangentes et d'un rhéostat. Ce courant échauffait un fil dont la température se communiquait immédiatement

à travers une lame de mica, à l'une des faces du cube, au moyen d'une couche de mercure qui reposait sur elle. Le courant ayant circulé chaque fois pendant 60 secondes, la chaleur produite arrivait à la face opposée, où elle se mesurait par une pince thermo-électrique.

Ces expériences ont conduit à la loi suivante : *Dans toutes les parties d'un arbre (le centre excepté) le bois possède trois axes inégaux et rectangulaires entre eux de conductibilité pour la chaleur. Le premier et le plus grand est parallèle aux fibres. Le second est perpendiculaire aux fibres et aux couches annuelles du bois. Le troisième et le plus petit axe est parallèle aux couches et perpendiculaire aux fibres.* Ces axes coïncident donc en grandeur et en direction avec ceux d'élasticité découverts par Savart. Ils coïncident aussi avec les axes de cohésion et avec les axes de perméabilité pour les fluides.

M. Tyndall a aussi fait des expériences sur les dents de veau marin et d'éléphant, sur les fanons de baleine, sur les cornes de rhinocéros et de vache. Il a trouvé que leur pouvoir conducteur est extrêmement faible. Il a aussi expérimenté sur la cire à cacheter, sur la cire d'abeille, sur le cuir des semelles, sur la glu, la gutta-percha, le caoutchouc, le noyau de noisette et d'amande, sur le muscle bouilli du porc, sur la viande ordinaire, etc., et il a vérifié leur peu de faculté conductrice, laquelle est inappréciable par la méthode qu'il a employée.

---

39. — NOTE SUR LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE, par M. A. MASSON. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 7 février 1853.)

Les études que nous avons publiées sur la lumière électrique, conduisent aux conséquences suivantes :

Le vide barométrique oppose aux courants électriques une résistance qui croît avec sa longueur; elle est moins grande dans les milieux raréfiés par la machine pneumatique.

La substance pondérable est nécessaire à la production de la lumière électrique.

[1] Études de photométrie électrique; *Annales de Chimie et de Phys.*, 3me série, tomes XIV, XXX et XXXI.

Nous avons aussi constaté, M. Breguet et moi[1], l'identité la plus complète entre les phénomènes lumineux produits par les courants d'induction, et ceux qui ont pour cause les décharges des condensateurs. Les premiers ont l'avantage de la continuité, les autres celui de la tension.

Je me suis proposé, dans cette note, de montrer, par une nouvelle expérience, l'exactitude de nos propositions.

L'impossibilité que nous avons signalée[2] de faire passer le courant d'un puissant appareil d'induction, dans un tube vidé par le procédé de Toricelli, et dont la longueur s'élevait à 3 décimètres, ne pouvait être attribuée qu'à la tension insuffisante de l'électricité, puisque la décharge d'un très-petit condensateur rendait lumineux l'espace vide, et que nous avions déjà obtenu, M. Breguet et moi, des courants dans la chambre d'un baromètre.

L'expérience suivante a confirmé ces prévisions. Nous avons employé un de nos appareils construit et beaucoup perfectionné par notre habile constructeur, M. Rhumkorff, qui est parvenu à en augmenter considérablement la puissance, et cependant à en diminuer le prix.

Notre tube vide ayant été placé entre les deux pôles du courant induit, nous avons reproduit les phénomènes lumineux décrits dans notre Mémoire sur les spectres électriques; tout l'espace vide a été rempli d'une flamme pâle, blanche, phosphorescente.

Le tube étant complétement isolé, présentait les mêmes caractères, s'il communiquait par une des extrémités à un seul pôle du courant induit. Dans ce cas, le courant est interrompu, et la décharge de l'extrémité libre du tube doit nécessairement avoir lieu dans l'air.

Ce fait, assez curieux, a beaucoup d'analogie avec ceux qui sont mentionnés dans notre Mémoire sur l'induction, n° 22.

La succession rapide des décharges induites, qui depuis mes publications sur les effets physiologiques de l'électricité, a été appliquée avec tant de succès dans le traitement des paralysies, la

[1] **Mémoire sur l'induction; *Annales de Chimie et de Phys.*, 3me série tome IV.**

[2] ***Annales de Chimie et de Phys.*, 3me série, tome XXXI, p. 142.**



continuité des effets obtenus par les appareils d'induction font vivement désirer un accroissement dans la tension des courants obtenus par induction.

Les succès déjà obtenus par M. Rhumkorff laissent entrevoir une époque où mes appareils remplaceront les machines électriques. Nous avons essayé, pour augmenter leur puissance, de faire passer dans un même fil le courant induit de deux bobines, servies par un élément de Bunsen; on maintenait séparés les courants principaux, qu'on interrompait au même instant.

Les courants induits marchant dans le même sens, les phénomènes lumineux dans le vide nous ont indiqué que les deux appareils réunis ont plus d'action qu'un seul; mais notre espérance a été trompée sur l'accroissement de cette action.

Nous avons alors fait passer les courants introduits dans un même fil, mais en sens opposé; le résultat de cette expérience n'est pas sans importance.

Les deux courants circulent ensemble, mais n'exercent aucune influence mutuelle.

Les deux boules qui forment les pôles dans l'appareil vide, sont entourées, ainsi que leurs supports, de cette atmosphère bleu-violacée que nous avons signalée, M. Breguet et moi.

Les deux pôles sont de même nature, et comprennent entre eux une flamme rougeâtre, qui disparaît par le rapprochement des boules; pour une distance de 4 à 5 centimètres, il existe un espace entièrement obscur entre les pôles, qui conservent cependant leurs atmosphères lumineuses.

Les phénomènes lumineux nous ont paru plus intenses dans l'expérience précédente[1].

[1] En répétant les curieuses expériences de M. Quet, j'ai fait l'observation suivante. Les extrémités du fil induit d'un appareil Ruhmkorff aboutissant dans une cloche vide d'air, la lueur électrique se montra dans toute sa beauté. Ayant laissé rentrer de l'air jusqu'à ce que cette lueur ne se produisît plus, j'ai trouvé qu'il suffit, pour la faire renaître, d'exciter, à l'aide de conducteurs indépendants et d'une machine électrique ordinaire, des étincelles dans le voisinage de l'espace où elle se montrait. On l'aperçoit aussi longtemps que le passage des étincelles dure.

Elie WARTMANN.

40. — **Influence de la nature du gaz ambiant sur le pouvoir réchauffant du courant voltaïque**, par M. Clausius. (*Philos. Magaz.*, mars 1853.)

On se rappelle les expériences curieuses de Grove, par lesquelles ce savant a démontré que deux fils de platine parfaitement semblables, disposés à la suite l'un de l'autre dans le même circuit voltaïque, s'échauffent inégalement, s'ils ne sont pas entourés du même milieu gazeux, de telle façon, par exemple, que si l'un de ces milieux est de l'hydrogène, le fil n'atteint pas même la chaleur rouge, tandis que si l'autre est l'oxygène, le fil devient rouge-blanc, sous l'influence du même courant. Mais ce qu'il y a de plus curieux, c'est que si les deux tubes qui renferment les deux fils et les deux gaz sont plongés dans des quantités égales d'eau qui servent de calorimètres, l'eau dans laquelle plonge le tube plein d'hydrogène ne s'échauffe que de 10°, tandis que celle dans laquelle plonge le tube plein d'oxygène s'échauffe de 21°.

Cette dernière circonstance semble rendre inadmissible l'explication par laquelle on attribuerait l'effet observé aux pouvoirs refroidissants différents des divers gaz, puisque si l'hydrogène emporte plus vite la chaleur du fil de platine qu'il entoure, il doit donner lui-même cette chaleur également plus vite à l'eau dont il est lui-même entouré, et, par conséquent, la réchauffer davantage. Malgré cette objection, présentée par Müller dans son *Rapport sur les progrès récents de la Physique*, Clausius fait remarquer que lorsqu'on étend les observations à d'autres gaz, on trouve que ces divers gaz se comportent dans ces expériences de la même manière que dans celles de Dulong et Petit, faites en vue de déterminer leur pouvoir refroidissant. Ainsi, en prenant pour unité la quantité de chaleur donnée par l'hydrogène, on obtient, d'après les recherches de Grove, pour les quantités de chaleur données par les autres gaz, les nombres suivants : *Azote :* 2,26 ; *oxygène :* 2,10 ; *acide carbonique :* 1,90 ; *gaz oléfiant :* 1,57 ; *hydrogène :* 1. Clausius conclut de là que l'effet observé par Grove est bien un résultat du pouvoir refroidissant de chaque gaz. En effet, le gaz qui refroidit le plus le

fil de platine, le rend par là même plus conducteur, puisque l'élévation de la température diminue la conductibilité dans les métaux; et en affaiblissant ainsi la résistance qu'il oppose à la transmission du courant, diminue en même temps la quantité de chaleur développée par cette transmission, quantité qui dépend elle-même du degré de résistance présenté par le fil. Par contre, le fil placé dans le gaz doué d'un pouvoir moins refroidissant doit s'échauffer davantage, puisque sa résistance au courant augmente par le seul fait que sa température peut demeurer plus élevée.

Cette explication de Clausius, parfaitement satisfaisante, est la même que celle que Davy avait donnée de l'ancienne expérience dans laquelle, ayant placé deux fils métalliques parfaitement semblables l'un à la suite de l'autre dans un circuit voltaïque capable de les faire rougir, dès qu'il refroidissait l'un des deux avec un morceau de glace, l'autre devenait d'autant plus incandescent.

---

41. — NOTES SUR LES EFFETS CALORIFIQUES DÉVELOPPÉS DANS LE CIRCUIT VOLTAÏQUE, DANS LEURS RAPPORTS AVEC L'ACTION CHIMIQUE QUI DONNE NAISSANCE AU COURANT, par M. P.-A. FAVRE. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 21 février 1853.)

« Plusieurs physiciens se sont occupés de la question relative à la chaleur dégagée sur le trajet d'un circuit voltaïque; je citerai particulièrement MM. de la Rive, Peltier, Joule, Edmond Becquerel, etc.

« La quantité de chaleur dégagée dans le circuit pendant le passage de l'électricité, dépend de la conductibilité, et les lois de ce dégagement de chaleur ont été étudiées par M. Ed. Becquerel.

« Mais personne, à ma connaissance, n'a cherché ou n'est parvenu à résoudre le problème suivant :

« La chaleur développée par le passage de l'électricité dans les conducteurs de la pile, est-elle une partie intégrante de la chaleur mise en jeu par les seules actions chimiques qui développent le courant?

« En prouvant que ces deux actions sont réellement complémentaires, et que l'échauffement du fil provient d'un emprunt fait à la chaleur dégagée par la pile, on arriverait à la solution d'un problème qui intéresse la théorie électrochimique de la pile elle-même. On trouverait également dans cette étude le point de départ de relations intéressantes à établir entre les actions chimiques et les effets dynamiques qui peuvent en dériver.

« J'ai songé à employer, à cet effet, le calorimètre à mercure qui nous a servi, à M. Silbermann et à moi, pour une série de recherches thermo-chimiques, et qui est déjà connu de l'Académie.

« La moufle de ce calorimètre, construit sur une plus grande échelle que précédemment, a pu recevoir une éprouvette contenant une petite pile à hélice, construite *ad hoc*, et formée d'un élément platine et zinc amalgamé.

« Il m'était facile d'évaluer en calories la quantité de chaleur versée dans le calorimètre par la pile en activité.

« Dans le cas d'un circuit extérieur, il aurait fallu ajouter l'effet calorique dû à la résistance du circuit, pour avoir l'effet total. Au lieu de mesurer séparément ce dernier effet, pour reconnaître s'il était ou non complémentaire du premier, j'ai pensé qu'il suffirait de fermer le circuit voltaïque dans l'intérieur même de la moufle calorimétrique, en faisant varier la résistance à la conductibilité par l'interposition de fils de platine de divers diamètres. De cette façon, la totalité de la chaleur développée est versée dans un calorimètre unique et mesurée par les indications d'une seule colonne mercurielle.

« Or, en opérant ainsi, et j'insiste sur ce point, *j'ai constamment trouvé la même quantité de chaleur dégagée pour une même somme d'actions chimiques, c'est-à-dire pour le même volume d'hydrogène recueilli*. Le diamètre des fils n'avait donc d'influence que pour accélérer ou retarder la durée nécessaire au dégagement d'un même volume d'hydrogène, et pour déplacer le lieu du dégagement d'une fraction de la chaleur produite.

« En présence des expériences de M. Mayer et de M. Joule, et des considérations suggérées par ces travaux à MM. Clausius et



Thomson, plusieurs physiciens paraissent portés à introduire, d'après les idées de ces savants, un nouvel élément dans la discussion de la théorie des effets dynamiques de la chaleur.

« On serait conduit à admettre que, pendant le développement d'actions dynamiques produites à la suite de phénomènes calorifiques, il y a une certaine quantité de chaleur qui est, pour ainsi dire, perdue quant à l'effet thermométrique, tant que l'action dynamique s'exerce; cette quantité de chaleur redevient sensible lorsque le mouvement ou le travail moteur développé est détruit.

« Je me suis demandé si l'action du courant de la pile appliquée à développer le magnétisme dans le fer doux, ne serait pas susceptible d'éprouver des variations accusées par la somme de chaleur versée dans le calorimètre, dans le cas où l'aimant temporaire serait assujetti à produire une action dynamique, à porter un certain poids par exemple. Y aurait-il égalité dans les quantités de chaleur développées par une même somme d'actions chimiques de la pile suivant que l'électro-aimant portera ou non la charge maximum que comporte son aimantation?

« J'ai entrepris quelques expériences dans cette voie; mais, jusqu'à présent, à raison peut-être des faibles dimensions de la moufle du calorimètre et de la faiblesse de la pile qui y était logée, les différences qui ont paru se manifester sont trop faibles pour me permettre une conclusion. Je m'occupe de reprendre ces expériences sur une plus grande échelle, et je m'empresserai de communiquer à l'Académie les résultats obtenus, s'ils me paraissent dignes de fixer son attention. »

*Observations sur la note qui précède,* par M. A. de la Rive.

Je dois rappeler ici que j'ai déjà émis (*Bibl. Univ.*, tome XII, p. 389) le principe énoncé par M. Favre. J'avais essayé d'en démontrer l'exactitude en me servant d'un petit couple platine et zinc distillé, plongé dans de l'acide nitrique très-pur et très-concentré. J'intercalais dans le conducteur en cuivre qui réunissait les deux métaux de ce petit couple des fils de platine de même longueur, mais de diamètres différents, disposés de façon à plon-

ger dans le liquide même du couple. Je m'étais assuré préalablement, en faisant plonger le fil de platine dans un autre liquide que celui du couple, que la température de ce liquide s'élevait d'autant moins que celle des fils était plus considérable. Une fois immergés dans le liquide même du couple, celui-ci acquérait dans le même temps la même élévation de température quel que fût le diamètre du fil de platine employé; preuve que le développement de chaleur dans le fil était d'autant plus grand qu'il l'était moins dans le liquide et réciproquement, ou, en d'autres termes, que la quantité de chaleur développée dans le circuit d'un couple voltaïque dans un même temps, est constante, quelle que soit du reste la manière dont elle se répartisse dans les différentes parties du circuit.

Je m'empresse de reconnaître que la méthode employée par M. Favre est beaucoup plus exacte que celle dont je faisais usage, puisqu'elle est indépendante de la durée de l'expérience et des causes de refroidissement, et qu'elle donne la mesure précise des quantités mêmes de chaleur dégagées dans tout l'ensemble du circuit.

---

## CHIMIE.

42. — SUR L'AFFINITÉ CHIMIQUE, par M. H. DEBUS. (*Annal. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXV, page 103.)

La mesure des affinités chimiques réciproques des corps, poursuivie activement par les chimistes du siècle dernier, a cessé d'être l'objet de leurs recherches depuis que les travaux de Berthollet ont montré que la plupart des réactions chimiques, sur lesquelles on s'appuyait pour mesurer cette force, n'étaient dues qu'à l'intervention de causes accessoires qui ne faisaient réellement que modifier les effets produits par l'affinité elle-même. D'autres sujets, et en particulier l'étude des proportions chimiques, ont, depuis cette époque, détourné de cette question l'attention des chimistes. Il n'est pas douteux cependant qu'elle offre un grand intérêt, et que la connaissance des affinités réciproques des corps et des circonstances qui peuvent la faire varier jetterait un jour nouveau sur toutes les réactions chimiques.

Ce qui rend cette étude très-difficile, c'est l'influence des causes secondaires, telles que la cohésion ou le degré d'agrégation soit des corps qu'on met en présence, soit des produits qui peuvent résulter de leur action réciproque, influence qui l'emporte souvent sur l'affinité elle-même. Mais une plus grande difficulté encore résulte de ce que, le plus souvent, lorsque aucune de ces causes secondaires n'intervient, lorsque, par exemple, dans l'action réciproque des bases, des acides et des sels, aucun produit n'est éliminé par suite de sa volatilité ou de son insolubilité, on n'a aucun moyen d'apprécier la réaction qui a eu lieu et de juger par là comment les affinités réciproques des différents corps mis en présence ont été satisfaites[1].

Le mémoire de M. Debus est annoncé par ce savant comme le commencement d'une série de recherches sur cette importante question des affinités chimiques. Il s'est proposé, dans ce premier travail, de traiter un seul point de ce vaste sujet. Lorsqu'on fait arriver de l'acide carbonique dans une dissolution renfermant à la fois de la chaux et de la baryte, dans quelle proportion se partagera-t-il entre ces deux bases, et comment variera cette proportion suivant les quantités relatives de ces bases? Telle est la question spéciale traitée dans ce mémoire.

Laissant de côté les détails d'expérience qui, du reste, ne sont pas bien compliqués, nous nous bornerons à dire que l'auteur faisait des mélanges en proportions très-variées d'eau de chaux et d'eau de baryte, et qu'il précipitait par l'acide carbonique une portion de ces bases assez faible pour ne pas changer sensiblement leurs proportions relatives dans la dissolution. L'analyse du précipité et d'une partie de la liqueur donne les nombres qu'il s'agit de comparer.

[1] Les *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* (séances du 6 et du 27 décembre 1852) renferment l'énoncé de lois intéressantes sur ce sujet, découvertes par M. Bunsen et par M. Malagutti; nous espérons pouvoir en rendre compte lorsque ces savants auront publié leurs mémoires, et que l'on pourra apprécier les méthodes par lesquelles ils sont parvenus à vaincre les difficultés qui paraissaient rendre ces questions inabordables. C. M.

Cette comparaison résulte immédiatement du tableau suivant, donnant les résultats essentiels de seize expériences. La première et la seconde colonne expriment les rapports $\alpha$ et $\beta$ de la baryte à la chaux dans la dissolution et dans le précipité formé par l'acide carbonique, la troisième contient le rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ :

| N°. | $\alpha$ (Dissolution). | $\beta$ (Précipité). | Rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ : |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,63 | 0,077 | 8,1 |
| 2 | 1,12 | 0,136 | 8,2 |
| 3 | 1,40 | 0,198 | 7,0 |
| 4 | 1,42 | 0,151 | 9,4 |
| 5 | 2,05 | 0,246 | 8,3 |
| 6 | 2,09 | 0,262 | 7,7 |
| 7 | 2,24 | 0,293 | 7,6 |
| 8 | 5,02 | 1,623 | 3,1 |
| 9 | 5,20 | 1,659 | 3,1 |
| 10 | 6,40 | 1,55 | 4,1 |
| 11 | 8,45 | 2,16 | 4,0 |
| 12 | 10,45 | 2,35 | 4,4 |
| 13 | 11,76 | 2,70 | 4,3 |
| 14 | 12,95 | 3,44 | 3,7 |
| 15 | 20,6 | 5,21 | 4,0 |
| 16 | 45,5 | 22,6 | 2,0 |

Admettant avec l'auteur que l'acide carbonique s'est partagé dans chaque cas entre la chaux et la baryte proportionnellement aux masses de ces bases et à ses affinités pour chacune d'elles, il en résulte que le rapport inscrit dans la troisième colonne exprime précisément le rapport de l'affinité de l'acide carbonique pour la chaux à son affinité pour la baryte. On voit qu'il diminue à mesure que la proportion de la baryte augmente, sans cependant atteindre l'unité.

M. Debus conclut encore de ses expériences que ce rapport est toujours simple, exprimé par des nombres entiers, il attribue à quelques erreurs d'analyse les nombres qui s'écartent de cette loi. Ainsi ce rapport serait :



| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 : 1 | pour les expériences | | 1 à 7. |
| 3 : 1 | » | » | 8 et 9. |
| 4 : 1 | » | » | 10 à 15. |
| 2 : 1 | » | » | 16. |

Il nous semble que cette dernière conclusion n'est pas suffisamment justifiée. Sans parler de l'écart trop considérable que présentent quelques-uns des chiffres inscrits dans la troisième colonne avec les nombres entiers proposés par l'auteur, il nous semble impossible d'admettre que ce rapport ne suive pas une progression régulière et, par conséquent, que le rapport de 3 : 1 se trouve compris entre les rapports 8 : 1 et 4 : 1. Les expériences 8 et 9 auraient nécessairement dû donner des rapports supérieurs à ceux des expériences suivantes, et cette observation montre que, par suite de circonstances accidentelles dont l'auteur ne fait point mention, les rapports qu'il a obtenus peuvent varier, et que les chiffres qui les expriment ne peuvent pas être considérés comme exacts, à une unité près. A plus forte raison ne peuvent-ils pas prouver si le rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ peut toujours s'exprimer par des nombres entiers.

Il faut observer aussi que le saut brusque que l'on trouve dans la valeur de ce rapport entre les expériences 7 et 8 n'a rien de bien surprenant, puisque la composition de la dissolution avait plus varié entre ces deux expériences qu'entre les sept premières.

Ainsi, il nous semble que la seule conclusion à tirer de ces expériences, c'est que le rapport suivant lequel se partage l'acide carbonique entre la baryte et la chaux contenues dans une même dissolution, croît à mesure que la proportion de la baryte augmente.

Maintenant, est-ce bien réellement les affinités relatives de l'acide carbonique pour ces deux bases que l'on mesure ainsi ? Cela nous paraît excessivement douteux. Il nous semble, au contraire, très-probable que la solubilité relative de la chaux et de la baryte et celle de leurs carbonates doivent jouer un très-grand rôle dans ces phénomènes, malgré la précaution qu'a prise l'auteur avant chaque expérience, de faire passer quelques bulles d'acide carbonique et de filtrer la liqueur, afin qu'elle fût saturée de carbonates.

Il semblerait, d'après ces recherches, que l'acide carbonique a bien plus d'affinité pour la chaux que pour la baryte. Cependant on sait que le carbonate de chaux est bien plus facilement décomposé par la chaleur que celui de baryte. Or, dans ce dernier cas, il semble que l'élasticité de l'acide carbonique est la seule force qui intervienne pour surmonter son affinité pour ces bases et que, par conséquent, le résultat n'étant compliqué par aucune cause accessoire, mérite plus de confiance que le résultat inverse obtenu par l'autre méthode.

En résumé, tout en reconnaissant l'intérêt qui s'attache à ces recherches, elles nous semblent ne pas échapper au reproche fréquemment adressé aux tentatives du même genre des anciens chimistes, savoir que les résultats qui en découlent ne sont vrais que dans les circonstances toutes spéciales où ils ont été obtenus; ils ne peuvent être généralisés ni conduire à une connaissance théorique des lois de l'affinité chimique.

Dans le cours de son mémoire, M. Debus signale deux observations très-curieuses. Dans la série d'expériences que nous avons rapportée, la dissolution était préparée par le mélange d'eau de baryte et d'eau de chaux. Quelques expériences ont été faites avec de l'eau de chaux, dans laquelle on avait fait dissoudre directement de la baryte anhydre, ce seul changement a donné lieu à des rapports très-différents entre les quantités de baryte et de chaux précipitées, la proportion de baryte dans le précipité en a été considérablement augmentée. Une plus grande dilution de la liqueur paraît aussi augmenter cette proportion.

L'autre observation curieuse consiste en ce que, lorsqu'on abandonne au repos une liqueur préparée en mêlant de l'eau de chaux et de l'eau de baryte dans un vase profond, on trouve, au bout d'un certain temps, une proportion de baryte plus considérable dans les couches inférieures du liquide que dans les parties supérieures. Une dissolution de baryte seule ne présente rien de semblable. On ne l'observe pas non plus quand on a fait dissoudre de la baryte anhydre dans de l'eau de chaux. C. M.

## ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

43. — MÉMOIRE SUR LES MOYENS DE REPEUPLER LES EAUX DE LA FRANCE; par M. COSTE. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 7 février 1853.)

La *pisciculture* ou l'étude des moyens de peupler les eaux de poissons a beaucoup occupé les naturalistes, les économistes et les gouvernements depuis quelques années. M. Coste s'est particulièrement occupé de ces questions intéressantes, et dans le mémoire qu'il vient de lire à l'Académie des sciences de Paris, il donne des détails curieux sur l'établissement qui se fonde à Huningue, sous la direction de MM. Berthot et Detzem, et sur les plans arrêtés par M. Coste lui-même et par des ingénieurs du Canal du Rhône au Rhin.

Les sources, qui sortent du pied d'une colline qui borde l'un des côtés du territoire de l'établissement, ont été encaissées en un canal commun, long de 1200 mètres, qui conduit leurs eaux jusqu'à un hangar monumental construit sur le modèle de la gare du chemin de fer de Bade. En arrivant vers la tête de ce hangar, une digue transverse retient ces eaux et les distribue par des ventelles mobiles dans sept ruisseaux parallèles longs de 48 mètres et larges d'un mètre, contenus dans tout ce parcours sous le hangar, formés par des rives de trois pouces d'épaisseur, et séparés par des chemins profonds où circulent les gardiens qui peuvent suivre sans fatigue ce qui se passe au sein des courants dont la surface est à hauteur d'appui.

Les œufs fécondés sont placés dans ces ruisseaux dont on modère la vitesse au moyen des parties mobiles de la digue. Voici comment s'opère cette fécondation artificielle :

On se sert d'un vase de verre, de faïence ou de bois, ou même de fer-blanc, à fond plat, aussi large que l'ouverture; on y verse une ou deux pintes d'eau bien claire, puis on saisit une femelle que l'on tient par la tête et le thorax avec la main gauche, pendant que la main droite, le pouce appuyé sur la face ventrale de l'animal et les autres doigts sur la région dorsale, glisse comme un anneau, d'avant en

arrière et refoule doucement les œufs vers l'ouverture qui doit leur livrer passage. Si les œufs sont mûrs, la plus légère pression suffit pour les expulser, et la femelle délivrée reste féconde pour l'année suivante. Si, au contraire, on est obligé d'employer une certaine violence, on peut être sûr que l'opération est prématurée et il faut l'ajourner. Lorsque la femelle est trop grande pour qu'un seul homme puisse la tenir et la vider, on emploie un aide qui la suspend soit au moyen de ses doigts, soit au moyen d'une corde qu'il passe dans les ouïes.

Il arrive quelquefois que les œufs sont altérés par un trop long séjour dans l'ovaire, on le reconnaît à la présence d'une certaine quantité de matière puriforme qui trouble l'eau, et à la teinte blanche que prennent les eaux en tombant dans le vase.

On fait la même opération sur un mâle pour se procurer la laitance qui, si elle est en pleine maturité, coule abondante, blanche et épaisse comme de la crème. Il en faut assez pour que le mélange prenne l'apparence du petit lait. On a soin alors d'agiter l'eau et de remuer doucement les œufs avec les fines barbes d'un long pinceau ou avec la main, et on laisse reposer le mélange pendant une ou deux minutes.

Il faut alors déposer les œufs dans les ruisseaux dont nous avons parlé, dits *ruisseaux à éclosion*. Le meilleur moyen est de les placer dans des claies ou corbeilles en osier, dont les mailles font un crible à travers lequel passent les détritus de l'eau, et qui sont assez évasées pour permettre une observation et une surveillance facile. Le gardien peut ainsi étendre de nouveau les œufs si le courant les entasse, ôter les byssus qui s'y forment, empêcher leur adhérence, etc. Il modère le courant, change les corbeilles et entretient la propreté pendant tout le développement.

Lorsque les poissons sont éclos, un courant rapide que l'on détermine par l'ouverture des ventelles, les entraînent dans des viviers qui sont placés à l'extrémité inférieure des ruisseaux. Là ils se développent et, transportés à l'état de fretin, ils peuvent servir à ensemencer les rivières, les lacs, les canaux, etc.

M. Coste ajoute que, dans quatre mois, MM. Berthot et Detzem, seront en mesure de choisir six cent mille saumons ou truites qui



seront alors prêts à être transportés. L'intention est de commencer par le Rhône qui, comme on le sait, manque de saumons, ainsi que tous les fleuves qui se versent dans la Méditerranée. Un million d'œufs est déjà déposé dans les ruisseaux et commencent à éclore. Au printemps, on fera des essais sur le saumon du Danube et sur l'aloze.

Cet établissement est fondé sur des bases colossales ; il dispose de dix sources, débitant 500 litres d'eau par seconde, d'une rivière qui le traverse, de marais, du Rhin lui-même. Il a 12 kilomètres de circonférence.

Nous faisons des vœux pour qu'aucune circonstance fâcheuse ne vienne diminuer les résultats qu'espère le savant auteur de ce mémoire. Il voit déjà les rivières de France repeuplées de toutes les espèces utiles que nourrit l'Europe, et ne recule pas même devant l'*ensemencement et l'exploitation des mers.* L'esturgeon et le sterlet ne tarderont pas, suivant lui, à partir des rivières de France, où ils sont devenus rares, pour se répandre dans la mer, et y vivre jusqu'à leur âge adulte. Il pense qu'alors, orientés par les courants qui les y auront conduits, ils remonteront le cours des mêmes fleuves, comme les oiseaux que chaque printemps ramène aux lieux où ils ont coutume de construire leur nid et d'élever leur famille, et qu'ils apporteront ainsi aux populations riveraines l'inépuisable tribut d'une nouvelle conquête de la science.

M. Coste s'appuie dans ses espérances sur des pratiques analogues qui ont très-bien réussi, mais sur une petite échelle. Il cite la production artificielle des huîtres dans le lac Fusaro (le vieil Achéron), le radeau mobile sur lequel un gardien de l'arsenal de Venise sème et élève des moules qui grossissent avec une prodigieuse rapidité, et le mécanisme à la faveur duquel on attire dans la lagune de Commachio les jeunes poissons de l'Adriatique.

Il termine en engageant l'Administration, pour compléter l'œuvre, à prendre des mesures sévères contre les maraudeurs de rivières et à supprimer, sur tout le littoral français, les pratiques qui, comme la pêche au bœuf, le gangui, dévastent le frai et préparent la ruine des populations de pêcheurs.

———



45. — NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LA COLONNE ÉPINIÈRE DES POISSONS GANOÏDES, par M. HECKEL. (*Sitzungsbericht der Wiener Akad.*, tome V, p. 143 et 358.)

M. Heckel a fait des observations intéressantes sur les divers états de la colonne épinière des poissons, et en a déduit des caractères propres à éclairer leur classification. Il a fait remarquer que la terminaison de cette colonne épinière vers la queue présente des types assez différents dans la forme des dernières vertèbres et dans celle de leurs apophyses.

Les Ganoïdes osseux vivants et probablement tous les Ganoïdes fossiles, même ceux qui ont comme eux la colonne épinière ossifiée, ont les vertèbres terminales très-imparfaites et en partie cartilagineuses. Les premières traces d'ossification apparaissent sur les côtés de la corde dorsale, avant la formation des apophyses épineuses et des arcs hémaux et neuraux. Ce fait se lie probablement à la circonstance que les Ganoïdes acquièrent pendant toute leur vie de nouvelles vertèbres.

Les Téléostéens ont une organisation fort différente. Dans les uns, une partie notable de la corde dorsale reste pendant toute la vie du poisson sans divisions vertébrales, et s'unit avec un système d'os en toit tout particuliers, qui, appuyés sur la vertèbre qui les précède, et la dépassant en arrière, présente l'apparence d'une apophyse épineuse supérieure ou d'un osselet porte-nageoire et se lie avec les apophyses épineuses inférieures au moyen d'un processus vertical. Le canal médullaire longe cette portion de la corde dorsale, et ces deux organes sont ordinairement unis en une masse cartilagineuse en forme de cône allongé. Les rayons de la nageoire caudale, à l'exception des rayons supérieurs, naissent tous en dessous de la corde dorsale, et chaque vertèbre terminale est biconcave comme les antérieures. A ce type appartiennent parmi les poissons fossiles, les Thrissops, Tharsis, Leptolepis, Chirocentrites, etc., et parmi les vivants : les Salmones, les Scopélides et les Ecoces. Ils ont tous les arcs hémaux et neuraux insérés dans les fossettes des corps des vertèbres. Les Clupes, les Cyprinoïdes

et les Loches ont les mêmes caractères généraux, mais les arcs et les os sont soudés aux vertèbres.

Les autres Téléostéens ont l'extrémité de la colonne épinière ossifiée jusqu'à l'extrémité, et le dernier corps de vertèbres possède seul une cavité conique qui renferme la fin de la corde dorsale.

M. Heckel a encore montré qu'il y avait de nombreux degrés entre les cordes dorsales complétement nues et les colonnes épinières ossifiées. Ces degrés sont dus au fait que j'ai rappelé plus haut, c'est-à-dire que les arcs hémaux s'appuient sur la corde par des épâtements ou plaques osseuses. M. Heckel les a désignées sous le nom de demi-vertèbres (Halbwirbel). Tantôt ces épâtements sont presque nuls, tantôt les demi-vertèbres forment des plaques arrondies assez marquées; tantôt leur bord se couvre de dentelures; quelquefois enfin elles ce découpent en digitations, qui engrènent les unes dans les autres et recouvrent presque complétement, la corde. Ces divers degrés se trouvent dans les Pycnodontes et concordent d'une manière remarquable avec leur histoire géologique. Les Pycnodontes du trias ont la corde dorsale presque nue, ceux des terrains jurassiques ont les demi-vertèbres assez développées et ceux des terrains tertiaires ont des demi-vertèbres engrenées par des digitations.

Dans d'autres Ganoïdes les demi-vertèbres se développent assez pour se recouvrir. La demi-vertèbre supérieure est dépassée par la demi-vertèbre inférieure, en sorte que l'os est double sur le milieu de la corde dorsale. Cette forme a été observée dans les genres Sauropsis, Lepidotus et Pholidophorus, et paraît spéciale à l'époque jurassique.

Les arcs neuraux et les arcs hémaux peuvent se terminer à leur partie pointue par des apophyses épineuses plus ou moins développées, et qui acquièrent des proportions considérables dans quelques poissons très-élevés.

Les vertèbres antérieures partent ordinairement des côtes; ces organes sont attachés sur les rudiments des arcs hémaux, dont les deux pièces constituantes ne se réunissent pas pour former l'arc ou l'ogive, mais restent écartées de chaque côté. Ces côtes sont

souvent surmontées d'un petit onglet qui rappelle les apophyses qui lient entre elles les côtes des oiseaux.

Quelques poissons présentent en outre des apophyses musculaires ou arêtes fines, souvent bifides, attachées aux vertèbres, aux côtes ou aux arcs neuraux et hémaux. Elles ne paraissent être que des productions osseuses des feuillets tendineux qui séparent les muscles.

46. — RICERCHE SULLA GENERAZIONE DEGLI INFUSORRI. — RECHERCHES SUR LA GÉNÉRATION DES INFUSOIRES, ET DESCRIPTION DE QUELQUES NOUVELLES ESPÈCES, par Paolo MANTEGAZZA. (Extrait du *Journal de l'Instituto Lombardo.*)

M. P. Mantegazza cherche dans ce mémoire à prouver la génération spontanée de quelques animaux microscopiques. Ses principales expériences sont les suivantes :

1° Du foie de veau hâché a été cuit dans de l'eau distillée pendant cinq heures, et introduit dans un tube renversé sur du mercure. On y a fait arriver de l'air qui a passé à travers une solution de potasse caustique et à travers de l'acide sulfurique concentré. Un autre tube, disposé de même, a reçu de l'air ordinaire. Après cinquante-cinq heures, les deux tubes contenaient des *Bacterium termo* et *B. Catenula*.

2° Des feuilles fraîches de chicorée, ont été cuites dans de l'eau préparée chimiquement par le passage de l'hydrogène sur le bioxyde de cuivre. Le mélange a été placé dans un tube renversé sur un bain de mercure à 130° C., et on y a fait arriver de l'oxygène provenant du chlorate de potasse. Après 161 heures, le liquide contenait des monades vivants (M. Mantegazza ne donne pas la détermination générique).

3° Une décoction de laitues, contenue dans un tube fermé à la la lampe, a été exposé pendant 30 minutes à la température de 100° C., et pendant 40 minutes à 140° C. dans un bain de potasse. 59 heures après l'infusion contenait des *Bacterium termo* vivants.

4° Un fragment de tissu cellulaire de citrouille a été disposé



avec de l'air et de l'eau dans un tube mince et soumis au microscope. M. Mantegazza a vu le tissu cellulaire devenir granuleux, les granules se détacher et devenir des bacterium.

Ces expériences paraissent avoir été bien dirigées et faits avec soin. Nous devons cependant ajouter que l'auteur n'a pas peut-être une habitude suffisante du microscope pour qu'on puisse avoir une confiance complète dans ses déterminations. Nous trouvons en effet dans le même mémoire les organes urticants de l'hydre verte décrits comme un parasite, et érigés en espèce nouvelle sous le nom de *Solera Calicyna*.

46. — De l'influence directe de la lumière sur les mouvements de l'iris, par M. Budge. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 18 octobre 1852.)

La plupart des physiologistes admettent que la contraction de la pupille sous l'influence de la lumière est le résultat d'un mouvement réflexe. L'expérience suivante montre qu'elle est due à une action directe. Si on ôte l'œil d'une grenouille de son orbite, on peut voir pendant l'espace d'une heure, la pupille se rétrécir sous l'influence d'une vive lumière, et se dilater dans l'obscurité.

---

## BOTANIQUE.

47. — Revue des principales publications relatives aux cryptogames qui ont paru en 1851 et 1852, 2me partie[1].

### Champignons.

Dans un premier article, nous avons passé en revue les publications les plus remarquables relatives aux Algues et aux Lichens; traitons maintenant de celles qui se rapportent à la grande tribu des Champignons.

Quand je vis paraître, dans les catalogues des librairies allemandes, l'annonce de l'ouvrage de M. Bonorden, intitulé : *Handbuch der*

[1] Voir le cahier précédent, page 183.

*allgemeinen Mykologie*, etc. (Manuel de Mycologie générale, comme introduction à l'étude de cette branche de l'histoire naturelle, destiné aussi à fournir des matériaux spéciaux pour son perfectionnement, 336 pages, avec 12 planch. Stuttgard, 1851), je fus très-heureux de voir publier un livre promettant, par son titre, de mettre quelque ordre dans le chaos, devenant toujours plus inextricable des systèmes mycologiques qui ont éclos ces dernières années. Je me hâtai de le faire venir, et dès que je l'eus en ma possession, je m'empressai de l'étudier, fort reconnaissant d'avance pour tout ce que j'allais y apprendre. Mais une première revue dissipa bien vite toutes mes espérances, et une seconde excita en moi un sentiment très-différent de celui que j'étais tout disposé à accorder à ce travail. Je conviens que le sujet est d'une grande difficulté, qu'il exige de celui qui veut l'approfondir de grandes connaissances antérieures, une longue habitude des recherches microscopiques, une bibliothèque considérable mise dès longtemps à profit ; mais aussi on m'accordera qu'il ne faut pas entreprendre une pareille tâche si on n'a pas tout ce qu'il faut pour l'accomplir. Après un troisième examen je dois déclarer que je ne crois pas que M. Bonorden fût préparé pour l'œuvre qu'il a entreprise. On comprend que les bornes de cet article me forcent à me restreindre beaucoup, et je vais me limiter à quelques exemples pour justifier mon opinion.

L'ouvrage commence par une introduction qui traite d'une manière générale de l'organisme des Champignons, et qui, quoique renfermant différentes observations intéressantes, est inférieure à plusieurs égards aux articles de ce genre, publiés par M. Montagne en 1841, dans *l'Histoire naturelle de l'île de Cuba*, page 239 (traduit en allemand, par M. Pfund, Prag. 1844), et par M. Léveillé dans le *Dict. Univ. d'Histoire naturelle* en 1846, articles dont, pour le dire en passant, M. Bonorden ne fait aucun usage. Je me bornerai à relever une explication peu rationnelle du petit phénomène bien connu des agriculteurs, sous le nom *d'anneaux des fées*. On sait qu'on appelle de ce nom ces cercles plus ou moins développés, que forment dans les prairies certaines espèces d'Agarics, qui y croissent en touffes quelquefois très-épaisses. M. Bonorden

(p. 15) les attribue à la marche d'un insecte ou d'un ver qui, après avoir mangé les lamelles de cet Agaric, aurait rejeté les spores dans sa marche et les aurait ainsi semées concentriquement. Je croyais que c'était chose connue par tous les Mycologues, que ces cercles étaient dus au développement excentrique de ces petits filaments blancs très-fins, qui forment la partie végétative (*Mycelium*) des Agarics, et qui, dans certaines espèces, poussant des rayons à peu près égaux, se terminent par ce que M. Lund (*Consp. hymenomyc. circa Holm. cresc.*) a très-bien appelé des *carpodes*. Ces carpodes contiennent en germe le Champignon tout entier, qui n'est ainsi que l'organe fructifère de la plante.

L'introduction, renfermant 18 pages, est suivie de l'exposition de la classification, composée d'abord d'un coup d'œil général sur les douze ordres et les familles dont ils se composent, puis du développement détaillé de ces ordres, de ces familles et des genres qu'elles renferment. Il n'y a en général que peu d'espèces anciennes décrites; celles sur lesquelles l'auteur s'étend avec quelques détails, sont les espèces qu'il estime nouvelles, ou les anciennes espèces qu'il rapporte à ses nouveaux genres, et dont il oublie trop souvent de donner la synonymie. Or, le but d'un système en histoire naturelle est, sans contredit, de rapprocher les êtres par leurs caractères essentiels et importants, et c'est sous ce point de vue que l'ouvrage de M. Bonorden me paraît mériter les plus grands reproches. Je prends au hasard deux grands groupes pour justifier mon assertion. Le second ordre, selon M. Bonorden, est celui qu'il appelle des *Cryptomycetes*, divisé en trois familles : 1° les *Æcidiacées* comprenant les genres *Physoderma* Wallr. (tout à fait voisin des *Uredo* que, sous le nom de *Cœoma*, M. Bonorden place dans un autre ordre), *Æcidium* Pers., *Rœstelia* Rebent., *Polystigma* Pers. genre muni d'un réceptacle membraneux et appartenant par conséquent à un ordre tout différent; 2° les *Nemasporées* où M. Bonorden accumule des genres de l'aveu de tous les Mycologues, appartenant aux ordres les plus différents, *Myxosporium, Libertella, Nemaspora*, etc., qui n'ont point de réceptacle propre, avec le *Cytispora* Fries, qui a une organisation infiniment plus développée,

un réceptacle simple ou multiple, un ostiole, etc.; il est vrai que M. Bonorden n'indique que les espèces qui ont été retirées de ce genre par M. Corda. Dans la troisième famille, placée ainsi dans le même ordre que des plantes d'une organisation toute élémentaire, et qu'il appelle *Ascosporées*, se trouvent des genres à réceptacles propres, à spores renfermées dans des thèques, et que tous les Mycologues se sont en conséquence accordés à placer dans les Hypoxylées (Pyrenomycetes Fr.), famille qui confine aux Lichens. M. Bonorden réunit sans hésiter (p. 62) aux *Dothidea*, les *Discosia* Lib. parce qu'ils ont, dit-il, les spores rondes, tandis qu'une seule analyse microscopique, ou le moindre coup d'œil jeté sur le beau travail de M. De Notaris (act. acad. Taur., t. X, p. 354 et seq.), lui eût appris que ce genre a des spores cylindrico-fusiformes appendiculées. Il est vrai qu'à la page 224, oubliant son assertion antérieure, il fait du *Discosia* un *Leptostroma*, genre avec lequel il a encore moins de ressemblance qu'avec le *Dothidea*. Les genres *Hercospora* et *Ascospora* (ce dernier n'est évidemment pas celui que Fries, Syst. orb. veg. 119 et summ. Scand. p. 425, a appelé de ce nom, puisque cet auteur dit expressément que son *Ascospora* manque de thèques et que l'espèce figurée par M. Bonorden, t. 3, f. 72, en a de fort développées) sont des Pyrenomycetes, parmi lesquelles ils sont rangés par M. Fries lui-même (summ. Scand. p. 425 et 397). Vient ensuite le genre *Ascochyta Lib.* dont la description montre que M. Bonorden n'a pas vu une seule espèce de ce genre si répandu, et ne se doute pas qu'il ne diffère pas du *Septoria* Desmaz. ou *Phlæospora* Wallr. Or, les *Ascochyta* n'ont point de thèques, ont les spores simples, portées par de petits pédicelles (basides des Auteurs), sont très-voisins des *Sphæropsis* et *Hendersonia*, genres publiés par MM. Léveillé et Berkeley, il y a déjà plusieurs années, et que M. Bonorden passe entièrement sous silence, comme si ces deux savants n'étaient pas des Mycologues de premier ordre.

Le second exemple que je donnerai pour justifier l'opinion peu favorable que l'étude du livre de M. Bonorden m'en a fait concevoir, est sa famille des Sphæriacées, où l'on reconnaît d'un bout à l'autre

l'homme qui n'a pas examiné les êtres qu'il prétend classer. Ainsi, quand on a une fois analysé un *Onygena* ou eu sous les yeux le travail de M. Tulasne et la belle planche qui l'accompagne (Ann. des sc. nat. 3ᵉ ser. t. I, p. 367, pl. 17), on ne peut comprendre comment M. Bonorden a pu avoir l'idée de placer ce genre à côté des *Sphæria*. Son désir de faire des genres nouveaux l'a entraîné ici à des confusions déplorables. Faisant du genre *Melanospora*, que Corda avait proposé pour le *Sphæria ovina*, son nouveau genre *Ceratostoma*, il l'a caractérisé d'après la figure donnée par l'illustre Mycologue de Prague (ic. fung. 1, t. 7, f. 297), par ces traits : Réceptacle compact noir, souvent entouré de poils, muni d'un long bec cylindrique, possédant des thèques en massue, et des spores elliptiques simples ou cloisonnées. Puis il y a rapporté toutes les espèces comprises dans la section du genre *Sphæria*, que Fries avait désignée par le nom dont M. Bonorden se sert pour son genre nouveau. Or, la plupart des espèces de cette section présentent une organisation intérieure toute différente les unes des autres, et leur bec (*rostrum*) est plus ou moins long selon que le support s'est trouvé dans un lieu plus ou moins humide ou plus ou moins obscur. Son genre *Circinnara* n'est que la section des *Sphæriæ circinnatæ* de Fries, qu'on ne peut aucunement séparer des autres groupes qui l'avoisinent. J'en dis autant du genre *Pustularia*, dont presque toutes les espèces contredisent d'une manière ou d'une autre les caractères sous lesquels M. Bonorden les réunit. Il n'y a pas un des démembrements qu'il fait des Sphæries composées, sur lequel il ne soit très-facile de prouver la même assertion. Je ne sais, en particulier, où il a vu que les réceptacles des espèces de ce groupe ne sont formés que d'une tendre pellicule blanche ou colorée, et non d'un double tégument comme dans les Sphæries simples ; tandis que c'est précisément dans cette tribu que la constitution intime du réceptacle est peut-être la plus complexe. Quand on veut faire des démembrements, dans le genre Sphæria, il faut avant tout avoir sous les yeux le remarquable travail de M. De Notaris, publié en 1844, sous le titre de *Cenno sulla tribu de' Pyrenomyceti sferiacei*, celui de M. Montagne dans la Flore algérienne, p. 444 et suiv., publié en

1847, celui de M. Fries, dans le second volume de sa *Summa veget. Scandinaviæ*, p. 375 et suiv. publiée en 1849, tous comme on voit très-antérieurs à la publication du livre de M. Bonorden.

Au reste, cette multiplication infinie de genres sans caractères réellement valables, fondés le plus souvent sur des dessins ou des descriptions peu complètes et peu exactes, que M. Bonorden n'a évidemment pas vérifiées, est un des principaux défauts de ce livre qui, je le répète, n'est guères propre à faire avancer la science. Cependant, comme je tiens à rendre toujours à tous une exacte justice, je dois ajouter que j'excepte des observations que je viens de présenter, les pages 174-196 qui traitent des Agaricinées, où se trouvent des observations et des analyses originales, et une exposition bien faite de la classification de cette tribu, donnée par M. Fries dans son *Epicrisis*. Je crois aussi qu'il y a plusieurs des espèces nouvelles, publiées par M. Bonorden, qui doivent être admises.

Après la lutte plus que véhémente que MM. Bonorden et Fresenius ont soutenue dans la *Gazette Botanique* de Berlin de 1852, il est un peu délicat de passer de l'un à l'autre. Cependant, comme je n'ai l'honneur de connaître aucun de ces Auteurs autrement que par leurs écrits, je ne risque pas d'encourir le reproche de partialité, M. Fresenius qui, en 1850, avait publié sous le titre modeste de Contributions à la Mycologie (*Beyträge zur Mykol.*) un cahier in-4° (38 pp. et 4 pl.), en a édité un second (42 pp. et 4 pl.) en 1852, et je dois dire que si j'avais à faire sur le premier quelques observations assez semblables à quelques-unes de celles qu'a faites M. Bonorden, j'ai étudié le second avec un véritable plaisir (sans que je veuille dire par là que j'adopte toutes les opinions de l'Auteur), et je remarque en particulier que les dessins de ce second cahier sont plus complets et plus nets que ceux du premier. Si je pouvais penser que cet article tombe sous les yeux de M. Fresenius, comme aussi sous ceux de MM. Frank, Auerswald, Cesati et autres qui se donnent beaucoup de peine pour distinguer et classer ces productions si délicates qu'on réunissait autrefois sous le nom de *Mucedinées*, je me permettrais de recommander à ces habiles observateurs l'é-

tude de la physiologie et du développement de ces petites plantes. Je crois que bien des espèces, bien des genres, s'évanouiraient, quand on suivrait pas à pas la croissance et la transformation de ces êtres qu'on rencontre à des états différents et que l'on sépare tout aussitôt, tandis que les changements qu'on a remarqués ne sont que le résultat d'une végétation prolongée sous des influences diverses de température ou d'accidents météoriques.

Parmi les articles intéressants du second cahier de M. Fresenius, je signalerai spécialement le dernier, non-seulement à cause de la singularité du phénomène décrit, mais par la coïncidence de son observation avec celle dont M. le D[r] Montagne a rendu compte à l'Académie des sciences de Paris (Comptes rendus, t. 34, p. 145). Pendant les jours de température fort élevée qui ont eu lieu en juillet dernier, ce savant, alors en Normandie, avait vu une volaille rôtie de la veille, un melon entamé, se couvrir d'une couche comme gélatineuse d'un rouge carmin très-intense. Il avait réussi à reproduire le même fait sur du riz cuit, et y avait reconnu la production nommée en 1848 par M. Ehrenberg *Monas prodigiosa*, et considérée par lui comme un animalcule. M. Montagne ne croyant point à l'animalité de cette production en fait une Algue, qu'il appelle *Palmella prodigiosa*. M. Fresenius qui, déjà en avril et août 1851, avait occupé de ce phénomène deux sociétés savantes d'Allemagne, l'a revu en septembre 1852, sur des pommes de terre qui, vingt-quatre heures après la cuisson étaient déjà rouges de sang. Cette matière examinée au microscope s'est montrée à lui sous la forme de groupes irréguliers de globules couleur de sang, plus ou moins gros, isolés, ou çà et là réunis, variant dans leurs dimensions de $^1/_{2000}$ à $^1/_{4000}$ de ligne, souvent étranglés au milieu, ou se divisant en deux cellules rondes. Comme M. Montagne, il n'a point réussi à leur découvrir de trompe ou de suçoir, et il ne leur a reconnu d'autre mouvement que le mouvement moléculaire dit Brownien.

En fait de contributions pour la Mycologie et de travaux réellement utiles à cette branche si vaste de la Cryptogamie, nous ne devons pas oublier de mentionner, 1° les trois nouvelles décades de *Micromycetes Italici* publiées par M. De Notaris, dans le tome 13

des Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin, avec 4 pl. Il n'y a, il est vrai, que trente espèces décrites et dessinées, mais chacune de ces descriptions, chacun de ces dessins est un petit chef-d'œuvre. L'auteur y a plus d'une fois joint des considérations générales sur les genres et les coupes de genres, où on reconnaît l'exactitude et la pénétration qui le distinguent.

2° Le très-remarquable travail sur les *Erysiphe* de M. le docteur Léveillé, contenu dans le tome 15 de la troisième série des Annales des sciences naturelles. Quiconque s'occupe un peu de culture, soit en grand, soit en petit, connaît ces petits champignons parasites formant sur les feuilles qu'ils rabougrissent et dont ils amènent la chute prématurée, des taches blanches filamenteuses, qui finissent par se couvrir de petits points noirs ou brun rouge. Ils ont souvent pour effet d'empêcher la fleuraison et la fructification des plantes. L'espèce qui croît sur le Houblon est devenue un véritable fléau pour l'Angleterre. En Amérique celle qui envahit le Groseillier en détruit quelquefois entièrement la récolte. Nos arbres fruitiers, nos Rosiers en souffrent quelquefois beaucoup. Quoique au simple coup d'œil, toutes les espèces de ce groupe de Champignons se ressemblent, l'étude microscopique montre entre elles de grandes différences, et les botanistes ont signalé beaucoup d'espèces nouvelles. Dans le travail qu'a fait M. Léveillé, il les a soumises au plus consciencieux examen, a entrepris d'en faire une nouvelle distribution basée sur des caractères organiques, et a accompagné ses remarques et ses descriptions de six belles planches. On peut ne pas adopter toutes les conclusions auxquelles arrive le savant Mycologue, mais il est impossible, à tout ami de la science, de ne pas lui savoir le plus grand gré d'un travail si complet et si approfondi.

3° L'auteur distingué de la flore cryptogamique allemande (*Deutschl. crypt. flora*), dont nous avons mentionné dans notre précédent article les collections d'Algues et de Diatomées, M. Rabenhorst, a publié en 1851 et 1852 deux nouvelles centuries (16e et 17e) de l'herbier mycologique commencé par M. Klotzsch, qui, l'une et l'autre, renferment beaucoup de richesses. En général, les espèces nouvelles, dont un grand nombre sont dues aux recherches de

M. Cesati, qui exploite près de Verceil un champ tout nouveau, sont accompagnées des descriptions les plus complètes. Cette collection, dans laquelle on trouve des Champignons charnus parfaitement préparés et conservés, devient de plus en plus précieuse. Il est seulement à regretter que les échantillons soient quelquefois bien exigus et peu complets, et qu'il se soit glissé de temps à autre des erreurs de désignation. Mais son auteur, avec la modestie qui caractérise le véritable savant, ne craint point de les signaler lui-même et de corriger, dans les nouvelles livraisons, les quelques inexactitudes des précédentes.

4° M. Desmazières a terminé en 1852, par le fascicule quarante-quatrième, la première édition de la première série de ses Cryptogames de France. Cette collection, commencée en janvier 1825 et poursuivie dès lors avec un zèle et une persévérance admirables, renferme maintenant 2200 espèces ou variétés importantes de toutes les tribus de la Cryptogamie. De toutes les publications où les Cryptogames sont présentées en nature, il n'en est aucune qui, pour la beauté, le complet des échantillons, pour l'exactitude des dénominations, l'importance des descriptions et des remarques qui accompagnent les espèces nouvelles ou rares, puisse être comparée à celle-ci. Aucun fragment de Mousse, d'Hypoxylée, de Mucédinée, etc., n'y est placé qu'il n'ait été examiné au microscope, et que M. Desmazières ne se soit assuré de l'identité des espèces placées sous le même numéro. Il en publie le commentaire scientifique dans des notices explicatives et descriptives insérées dans les Annales des sciences naturelles. La vingtième va paraître et la vingt et unième est déjà préparée.

5° Le recueil que nous venons de nommer continue à recevoir de M. Montagne, que l'Académie des sciences de Paris vient enfin de recevoir dans son sein, des communications Cryptogamiques toujours importantes comme tout ce qui sort de cette plume aussi habile qu'expérimentée. Son Mémoire sur la Cryptogamie de la Guyane française fait connaître un nombre considérable d'espèces nouvelles recueillies dans cette contrée par M. Leprieur, et signale en particulier un fait fort singulier pour la science, c'est la présence

dans les eaux douces et courantes des montagnes de ce pays de quelques Algues de la tribu des Floridées, tribu qui, jusqu'ici, n'avait eu des représentants que dans les eaux salées. Six espèces de ce groupe ont été trouvées par M. Leprieur à une altitude de 100 à 150 mètres, et, fait curieux, recueillies loin de l'Océan, elles répandaient une forte odeur de marée, tout à fait semblable à celles qu'exhalent leurs congénères marines. M. Montagne y a reconnu trois nouvelles espèces du genre *Bostrychia*, une du genre *Gymnogongrus* et deux du genre *Ballia*. Ce phénomène est presque aussi extraordinaire que si l'on trouvait dans les lacs de la Suisse des Méduses ou des Poulpes.

6° Le célèbre Mycologue anglais, M. Berkeley, ayant pour collaborateur, M. Broome, a continué à publier dans les *Annals and Mag. of nat. history*, des notices sur les Champignons d'Angleterre Les numéros d'avril et mai 1852 de ce journal contiennent la description, accompagnée de planches, de 35 nouvelles espèces de la famille des Hypoxylées. Il y a joint des notes importantes sur l'analyse microscopique et les vrais caractères de plusieurs espèces déjà publiées, mais imparfaitement connues. De cette manière il a rendu à la science un service encore plus grand, car rien n'arrête plus les progrès d'une classification rationnelle que ces espèces incomplétement décrites, auxquelles on est conduit à rapporter des plantes en réalité fort différentes de celles dont on les rapproche; d'où résultent des erreurs impossibles à éviter quand on ne possède pas des échantillons authentiques et certains.

7° Enfin, je ne veux pas omettre un ouvrage modeste, mais prouvant dans son auteur une persévérance de recherches et une patience d'observation qui lui donnent droit à la reconnaissance de tout ami de la science. C'est le supplément ajouté par M. Castagne à son catalogue des plantes qui croissent naturellement aux environs de Marseille. Sur les cent vingt pages de cet opuscule, la Cryptogamie en occupe 86. Un nombre considérable d'espèces nouvelles y sont décrites, quelques-unes même figurées. Ce petit volume est indispensable à tout botaniste qui ira parcourir la France méridionale, et doit encourager le Cryptogamiste à aller

étudier cette branche de la science dans une contrée qui, dans un espace aussi étroit que celui qu'a exploré M. Castagne, lui a fourni tant de choses intéressantes.

---

**Mousses.**

Si maintenant nous en venons aux familles de la Cryptogamie qui se rapprochent le plus des Phanérogames, nous n'avons à signaler comme travaux importants, publiés pendant les années 1851 et 1852, que deux ouvrages :

1° Les dernières livraisons du *Synopsis muscorum* de M. Muller, sur lequel nous nous sommes déjà expliqués p. 66 du t. XVI de ce Recueil. Nous n'avons rien à ajouter aux observations que nous avons déjà présentées, sinon qu'à donner un exemple de l'assurance de son auteur à prononcer sur des échàntillons qu'il n'a pas vus, ou qu'il n'a vus que dans un état imparfait relativement à celui dans lequel ils ont été étudiés par d'autres. Dans le catalogue des plantes de Java de M. Zollinger, j'avais rapporté le n° 1737 de cette belle collection à l'*Hypnum tanytrichum* Mont. et le 131 à l'*H. luxurians* Mont; et M. C. Muller prétend que je me suis trompé, et que ce ne sont point les plantes de M. Montagne ; or il se trouve que c'est cet auteur lui-même, qui doit ce semble bien connaître ses propres plantes, qui avait examiné les échantillons de M. Zollinger, et m'en avait envoyé les noms. Par ces exemples on peut juger des autres synonymes de M. Muller. Cependant je ne puis m'empêcher de trouver plus que sévère le jugement que M. Schimper porte sur son ouvrage, quand (Mon. des *Cylindrotheclum*, p. 4 Bryol. eur. fasc. 46 et 47), il l'accuse au lieu de l'ordre d'avoir mis une confusion complète dans le système bryologique.

2° M. Schimper a publié pendant les deux dernières années, six nouveaux fascicules en trois livraisons de sa *Bryologia europæa*, dans laquelle il a pour coadjuteur M. Gümbel. Dans ce bel ouvrage nous sommes sur un tout autre terrain que dans le *Synopsis* de M. Muller. La synonymie est exacte et fidèle, les espèces sont décrites (et il faut convenir que cela est plus facile quand il



s'agit d'espèces européennes), sur des échantillons nombreux, complets, et les belles planches qui continuent (toujours avec un luxe poussé à l'excès) à accompagner le texte, mettent chacun en état de vérifier les assertions de l'auteur. Mais j'avoue que, quoi qu'il en dise, je ne puis approuver cette multiplication de genres, qu'il démembre et divise sans fin, au point que déjà il a détaché de l'ancien genre *Pterogonium* Swarz (*Pterigynandrum* Hedw.) trois genres *Lescurea*, *Platygyrium*, *Pylaisea*, et de l'ancien genre *Hypnum*, tellement naturel qu'on a toujours eu de la peine à y faire des sections un peu tranchées, douze genres nouveaux, sans parler de ceux qui pourront venir dans la suite ! Si au moins chacun de ces genres se distinguait par des caractères, je ne dis pas précis et positifs, mais saisissables, lors même qu'il ne se composerait que d'une espèce, la logique pourrait prendre son parti d'un tel système, et elle n'aurait qu'à discuter la valeur taxonomique des éléments qu'il emploie ; mais comment admettre une classification qui est fondée sur le bon plaisir ! Voici ce que nous dit M. Schimper lui-même des principes qui le dirigent (49e fasc. *Thedenia*, page 2). « Dans les Mousses, comme dans beaucoup d'autres familles naturelles de plantes, les caractères génériques changent de place, et tantôt ils se trouvent dans tel organe, tantôt dans tel autre. » Oui, lorsqu'il s'agit de familles différentes et sur un plan différent, mais jamais dans la même famille. Il continue : « ces caractères ne peuvent pas non plus avoir toujours la même valeur, et souvent, pour ne pas trop surcharger un genre, on est obligé d'avoir recours à des caractères peu importants en apparence, mais qui viennent appuyer les différences physionomiques qui se font plutôt sentir qu'exprimer. » Que deviendrait la Botanique, si elle était traitée sur de pareilles bases. Il y a dans le genre *Solanum*, par exemple, plus de trente groupes *physionomiques qui se font plutôt sentir qu'exprimer*, mais précisément parce qu'on ne peut les exprimer, on ne les a pas séparés.

Pour apprécier à sa valeur le principe de M. Schimper, comparons-le aux canons de la science posés par l'illustre De Candolle dans sa *Théorie élémentaire* (2e éd., p. 216 et suiv.). « On désigne, dit-il, sous le nom de genre, la collection des espèces qui ont

entre elles une ressemblance frappante dans l'*ensemble* de leurs organes », et voici les règles générales qui, selon lui, doivent guider le naturaliste dans la formation des genres : « 1° Il faut être conséquent avec soi-même ; ainsi les genres doivent être établis sur des caractères *qui, comparés entre eux, soient sensiblement de même valeur.* Par conséquent, *lorsque dans une famille, un caractère quelconque aura servi à séparer un certain nombre de genres, il devra conserver la même importance* dans tous les cas analogues. La seconde règle est celle que Linné a énoncée en ces mots : *caracter non facit genus*, c'est-à-dire, qu'il ne suffit pas, pour faire un genre, que tel caractère isolé, tiré de la fructification, puisse séparer une ou plusieurs plantes de celles qui leur ressemblent, mais qu'il faut encore que ces plantes se distinguent des autres et se rapprochent entre elles par leur port ou l'ensemble de leur végétation. 3° Lorsqu'il existe dans une famille un genre extrêmement prononcé par le port et le caractère, *ce genre doit être conservé intact lors même qu'il serait possible d'en séparer quelques groupes prononcés*, etc.

J'ai eu besoin de rappeler ces principes si rationnels et si sages fondés à la fois sur la réflexion et sur la pratique, et je ne puis assez regretter que l'admirable ouvrage où ils se trouvent, soit fréquemment oublié par les Cryptogamistes. Si parmi eux il est un savant capable de les comprendre et de les appliquer, c'est cependant bien certainement l'auteur de la *Bryologia europæa*, et nous voudrions l'y voir revenir, et abandonner ces genres fondés sur des *plus* et des *moins* (plus court, plus long, plus tendre, plus ferme, etc.).

*Février* 1853. DUBY.

---

## ERRATA.

*Archives des Sciences physiques et naturelles*, N° de janvier 1853, page 81, ligne 5,

*Au lieu de* Balancari, *lisez* Bancalari.

---



# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES (*)

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1853.

Le 5, à 6 h. 45 m. la lumière zodiacale s'étend jusqu'à Saturne.

» 9, gelée blanche; le baromètre a atteint ce jour un niveau très-bas, qui ne s'était pas présenté depuis un grand nombre d'années. En tenant compte de l'équation du baromètre Noblet, le minimum a été de 700$^{mm}$,50; il a eu lieu à 2 h. du matin, dans la nuit du 9 au 10. Ce qui rend cette baisse du baromètre encore plus remarquable, c'est qu'elle a eu lieu par un temps calme; pendant la journée du 9, et pendant plusieurs jours avant et après, on n'a observé que des vents très-faibles et variables dans leur direction. Il est également à noter que la baisse a eu lieu très-graduellement, et que le baromètre est resté pendant plusieurs jours presque stationnaire à un niveau très-bas.

» 11, halo solaire de 11 h. 45 m. à midi.

» 15, halo lunaire de 6 h. 35 m. à 9 h. du soir, à 9 h. 45 m., couronne lunaire.

16, halo lunaire de 6 h. 15 m. à 8 h. 15 m. du soir; à 8 h. 15 m. couronne lunaire.

» 18, à 3 h. 45 m., les deux parhélies situés sur le halo sont parfaitement visibles, le halo lui-même n'étant pas visible.

» 20, halo lunaire de 7 h. 15 m. à 9 h. 30 m.

Température du Rhône (Voyez la note du mois précédent).

| | |
|---|---|
| 1re décade, | + 6°,33 |
| 2me » | + 5°,69 |
| 3me » | + 4°,80 |
| Mois | + 5,°64 |

Maximum +6°,46, le 1er et le 2. Minimum + 4°,26, le 19 et le 25. Le minimum du 19 est dû à l'effet d'une forte bise qui soufflait ce jour-là, la température de l'air étant — 2°,5; le 18, la température du Rhône était de 1°,4 plus élevée que le 19, et elle est remontée les jours suivants.

* Les observations magnétiques n'ont pas encore pu être reprises. (Voyez pour la cause de l'interruption la note du mois précédent).



| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h du soir | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h m. | Midi. | 4 h. d. s | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim | FRACTION DE SATURATION. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | EAU dans les 24 h | VENT dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Limnimètre à midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim | millim | millim | millim | | | | | | | | | | | mm | | | pouces. |
| 1 | 728,15 | 728,73 | 728,30 | 728,40 | + 3,0 | + 8,2 | + 5,0 | + 4,2 | + 3,2 | + 5,4 | 0,77 | 0,70 | 0,74 | 0,73 | » | NNE. 1 | 1,00 | 24,0 |
| 2 | 725,83 | 726,81 | 724,70 | 724,43 | + 3,1 | + 5,1 | + 4,2 | + 2,0 | + 0,6 | + 5,2 | 0,73 | 0,65 | 0,65 | 0,85 | » | N. 1 | 0,97 | 24,0 |
| 3 | 720,41 | 718,00 | 715,40 | 714,67 | - 1,2 | + 2,3 | + 1,0 | - 0,6 | - 1,9 | + 3,8 | 0,94 | 0,69 | 0,93 | 1,00 | 1,7 | OSO. 1 | 0,88 | 23,5 |
| 4 | 712,20 | 712,80 | 713,57 | 714,00 | - 1,1 | + 0,6 | + 0,7 | + 0,3 | - 1,9 | + 1,4 | 1,00 | 0,96 | 0,97 | 1,00 | 7,4 | SO. 1 | 1,00 | 24,0 |
| 5 | 717,45 | 718,22 | 718,21 | 719,10 | + 0,1 | + 3,2 | + 3,6 | - 1,0 | - 2,7 | + 5,9 | 0,97 | 0,82 | 0,76 | 0,97 | » | S. 1 | 0,58 | 24,0 |
| 6 | 719,43 | 718,87 | 716,80 | 716,06 | + 0,8 | + 1,8 | + 2,2 | + 0,7 | - 2,0 | + 2,4 | 0,87 | 0,82 | 0,79 | 0,86 | » | NNE. 1 | 0,99 | 24,0 |
| 7 | 715,07 | 715,14 | 713,04 | 713,88 | + 1,1 | + 4,6 | + 6,2 | + 1,6 | - 0,2 | + 7,9 | 0,82 | 0,71 | 0,60 | 0,88 | » | O. 1 | 0,60 | 23,0 |
| 8 | 709,38 | 708,00 | 706,78 | 707,04 | + 0,9 | + 3,9 | + 3,9 | + 2,1 | - 1,4 | + 4,4 | 0,92 | 0,78 | 0,72 | 0,79 | » | variab. | 1,00 | 23,0 |
| 9 | 704,03 | 702,[illegible] | 701,89 | 700,70 | - 1,0 | + 3,6 | + 3,4 | + 0,7 | - 2,3 | + 4,8 | 0,98 | 0,78 | 0,77 | 0,97 | » | S. 1 | 0,91 | 23,5 |
| 10 | 701,06 | 703,38 | 703,40 | 704,50 | + 0,9 | + 4,3 | + 3,8 | + 2,2 | - 0,1 | + 5,4 | 0,91 | 0,94 | 0,73 | 0,85 | » | variab. | 0,99 | 23,0 |
| 11 | 706,84 | 707,31 | 707,38 | 708,65 | - 0,6 | + 1,4 | + 2,1 | + 1,2 | - 0,9 | + 2,5 | 0,98 | 0,79 | 0,82 | 0,87 | 0,6 | S. 1 | 0,95 | 23,0 |
| 12 | 710,08 | 710,46 | 710,12 | 710,85 | + 0,2 | + 2,2 | + 2,6 | - 0,9 | - 2,0 | + 4,5 | 0,83 | 0,79 | 0,57 | 0,81 | 0,2 | SSO. 1 | 0,61 | 25,0 |
| 13 | 711,08 | 711,14 | 710,77 | 712,02 | - 3,3 | + 0,6 | + 2,0 | + 0,6 | - 4,6 | + 2,2 | 0,95 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | » | NNE. 1 | 0,73 | 22,0 |
| 14 | 714,57 | 715,85 | 716,87 | 718,72 | - 0,5 | + 0,9 | + 0,6 | - 0,6 | - 1,2 | + 1,1 | 0,97 | 0,77 | 0,84 | 0,93 | » | OSO. 1 | 1,00 | 22,0 |
| 15 | 720,08 | 720,70 | 719,83 | 720,28 | - 3,6 | + 1,6 | + 1,5 | - 1,4 | - 4,6 | + 2,7 | 0,90 | 0,70 | 0,84 | 0,78 | » | N. 1 | 0,20 | 22,0 |
| 16 | 718,02 | 716,80 | 714,07 | 714,43 | - 2,3 | + 1,1 | + 2,6 | 0,0 | - 4,0 | + 2,8 | 0,91 | 0,77 | 0,58 | 0,84 | » | N. 1 | 0,47 | 22,5 |
| 17 | 714,17 | 714,15 | 714,01 | 714,06 | - 2,0 | - 0,4 | - 1,5 | - 2,2 | - 3,4 | + 0,4 | 0,86 | 0,78 | 0,81 | 0,77 | » | NNE. 1 | 0,89 | 22,0 |
| 18 | 711,72 | 710,28 | 709,36 | 709,72 | - 6,8 | - 1,7 | - 1,6 | - 2,8 | - 8,4 | - 0,6 | 0,87 | 0,71 | 0,88 | 0,72 | » | NNE. 2 | 0,48 | 21,0 |
| 19 | 707,81 | 707,34 | 707,07 | 708,73 | - 3,4 | - 3,3 | - 2,3 | - 3,2 | - 4,4 | - 1,8 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,87 | » | NNE. 2 | 0,90 | 21,0 |
| 20 | 713,19 | 714,01 | 716,50 | 718,86 | - 5,0 | - 1,9 | - 2,7 | - 3,5 | - 6,2 | - 0,7 | 0,88 | 0,91 | 0,88 | 0,89 | » | S. 1 | 0,99 | 21,5 |
| 21 | 723,01 | 724,43 | 723,00 | 720,53 | - 2,9 | - 0,4 | + 0,4 | - 1,1 | - 4,0 | + 1,4 | 0,99 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | » | S. 1 | 0,89 | 21,0 |
| 22 | 727,16 | 726,76 | 720,00 | 720,41 | - 4,2 | - 0,3 | + 0,5 | - 1,0 | - 6,0 | + 0,9 | 0,90 | 0,73 | 0,90 | 0,85 | » | NNE. 1 | 0,63 | 20,0 |
| 23 | 723,00 | 721,50 | 716,06 | 712,47 | - 2,7 | - 1,0 | + 0,3 | + 0,6 | - 3,9 | + 2,0 | 0,76 | 0,83 | 0,90 | 0,94 | » | SSO. 2 | 0,98 | 20,0 |
| 24 | 712,60 | 716,02 | 718,33 | 720,82 | - 1,3 | - 1,6 | - 1,1 | - 3,7 | - 6,1 | + 1,8 | 0,74 | 0,87 | 0,86 | 0,70 | 0,8 | NNE. 1 | 0,59 | 20,5 |
| 25 | 713,01 | 710,29 | 712,01 | 718,21 | - 4,9 | - 3,9 | - 0,5 | - 0,6 | -[illegible]0,0 | + 1,5 | 0,77 | 0,95 | 0,96 | 0,90 | 2,2 | variab. | 0,96 | 20,0 |
| 26 | 723,50 | 722,29 | 720,13 | 718,18 | - 5,5 | + 1,6 | + 0,8 | + 4,2 | - 5,1 | + 5,3 | 0,90 | 0,68 | 0,85 | 0,45 | » | SSO. 2 | 0,64 | 20,0 |
| 27 | 718,10 | 718,15 | 716,71 | 715,97 | + 0,6 | + 1,7 | + 1,0 | + 0,3 | - 0,1 | + 4,7 | 0,90 | 0,82 | 0,95 | 1,06 | 4,1 | S. 1 | 1,08 | 20,0 |
| 28 | 716,28 | 715,53 | 714,84 | 715,61 | + 0,2 | 0,0 | - 0,3 | - 0,4 | - 0,8 | + 0,6 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 0,98 | 3,3 | NNE. 2 | 1,00 | 20,0 |

## Moyennes du mois de Février 1853.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Baromètre.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 715,15 | 715,26 | 715,28 | 714,81 | 714,15 | 714,01 | 714,14 | 714,15 | 714,10 |
| 2e » | 712,48 | 712,88 | 713,09 | 712,89 | 712,54 | 712,69 | 713,25 | 713,63 | 713,92 |
| 3e » | 719,46 | 719,83 | 719,80 | 719,46 | 718,79 | 718,75 | 719,05 | 719,27 | 719,04 |
| Mois... | 715,43 | 715,71 | 715,79 | 715,45 | 714,90 | 714,89 | 715,22 | 715,43 | 715,45 |
| | | | | *Température.* | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | + 0,55 | + 0,75 | + 2,14 | + 3,46 | + 3,66 | + 3,40 | + 1,90 | + 1,22 | + 0,86 |
| 2e » | - 3,11 | - 2,73 | - 1,01 | + 0,05 | + 0,30 | + 0,33 | - 0,59 | - 1,28 | - 1,85 |
| 3e » | - 2,69 | - 2,36 | - 0,94 | - 0,49 | - 0,24 | + 0,14 | + 0,34 | - 0,21 | - 0,41 |
| Mois... | - 1,68 | - 1,38 | + 0,13 | + 1,11 | + 1,42 | + 1,37 | + 0,57 | - 0,08 | - 0,47 |
| | | | | *Tension de la vapeur.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 4,31 | 4,29 | 4,28 | 4,60 | 4,39 | 4,44 | 4,43 | 4,44 | 4,34 |
| 2e » | 3,44 | 3,40 | 3,37 | 3,58 | 3,61 | 3,66 | 3,74 | 3,49 | 3,55 |
| 3e » | 3,47 | 3,34 | 3,22 | 3,66 | 3,92 | 4,19 | 3,75 | 3,73 | 3,60 |
| Mois.... | 3,76 | 3,70 | 3,65 | 3,97 | 3,98 | 4,09 | 3,98 | 3,90 | 3,85 |
| | | | | *Fraction de saturation.* | | | | | |
| 1re décade, | 0,91 | 0,89 | 0,80 | 0,79 | 0,74 | 0,77 | 0,84 | 0,89 | 0,89 |
| 2e » | 0,94 | 0,89 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,78 | 0,84 | 0,83 | 0,88 |
| 3e » | 0,90 | 0,86 | 0,74 | 0,82 | 0,87 | 0,90 | 0,80 | 0,83 | 0,82 |
| Mois... | 0,92 | 0,88 | 0,78 | 0,79 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,87 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | - 0,87 | + 4,66 | 0,89 | 9,1 | 23,6 |
| 2e » | - 3,97 | + 1,31 | 0,72 | 0,8 | 22,0 |
| 3e » | - 4,50 | + 2,26 | 0,84 | 10,4 | 20,2 |
| Mois.... | - 3,01 | + 2,78 | 0,81 | 20,3 | 22,1 |

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,29 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,2 E. et son intensité est égale à 17 sur 100.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | EAU dans les 24 h | VENT dominant. | Clarté moy. du Ciel. | midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | | | | |
| | millim | millim | millim | millim | | | | | | | | | | | mm. | | | pouces |
| 1 | 726,15 | 725,73 | 725,36 | 725,49 | + 3,9 | + 3,2 | + 5,0 | + 4,2 | + 3,2 | + 5,4 | 0,77 | 0,70 | 0,74 | 0,73 | » | NNE. 1 | 1,00 | 24,0 |
| 2 | 723,83 | 725,51 | 724,70 | 724,45 | + 3,1 | + 5,1 | + 4,2 | + 2,0 | + 0,6 | + 5,2 | 0,73 | 0,65 | 0,65 | 0,85 | » | N. 1 | 0,97 | 24,0 |
| 3 | 720,41 | 718,06 | 715,49 | 714,67 | - 1,2 | + 2,3 | + 1,0 | - 0,6 | - 1,9 | + 3,8 | 0,94 | 0,69 | 0,93 | 1,00 | 1,7 | OSO. 1 | 0,88 | 23,5 |
| 4 | 712,29 | 712,86 | 713,57 | 714,90 | - 1,1 | + 0,6 | + 0,7 | + 0,3 | - 1,9 | + 1,4 | 1,00 | 0,96 | 0,97 | 1,00 | 7,4 | SO. 1 | 1,00 | 24,0 |
| 5 | 717,45 | 718,22 | 718,21 | 719,10 | + 0,1 | + 5,2 | + 3,6 | - 1,0 | - 2,7 | + 5,9 | 0,97 | 0,82 | 0,76 | 0,97 | » | S. 1 | 0,58 | 24,0 |
| 6 | 719,45 | 718,87 | 716,80 | 716,66 | + 0,8 | + 1,8 | + 2,2 | + 0,7 | - 2,0 | + 2,4 | 0,87 | 0,82 | 0,79 | 0,86 | » | NNE. 1 | 0,99 | 24,0 |
| 7 | 715,67 | 715,14 | 713,94 | 713,88 | + 1,1 | + 4,6 | + 6,2 | + 1,6 | - 0,2 | + 7,9 | 0,82 | 0,71 | 0,60 | 0,88 | » | O. 1 | 0,60 | 23,0 |
| 8 | 709,38 | 708,00 | 706,78 | 707,04 | + 0,9 | + 3,9 | + 3,9 | + 2,1 | - 1,4 | + 4,4 | 0,92 | 0,78 | 0,72 | 0,79 | » | variab. | 1,00 | 23,0 |
| 9 | 704,03 | 702,55 | 701,89 | 700,79 | - 1,0 | + 3,6 | + 3,4 | + 0,7 | - 2,3 | + 4,8 | 0,98 | 0,78 | 0,77 | 0,97 | » | S. 1 | 0,91 | 23,5 |
| 10 | 701,96 | 705,35 | 703,40 | 704,50 | + 0,9 | + 4,3 | + 3,8 | + 2,2 | - 0,1 | + 5,4 | 0,91 | 0,94 | 0,73 | 0,85 | » | variab. | 0,99 | 23,0 |
| 11 | 706,84 | 707,31 | 707,38 | 708,65 | - 0,6 | + 1,4 | + 2,1 | + 1,2 | - 0,9 | + 2,5 | 0,98 | 0,79 | 0,82 | 0,87 | 0,6 | S. 1 | 0,93 | 23,0 |
| 12 | 710,08 | 710,46 | 710,12 | 710,85 | + 0,2 | + 2,2 | + 2,6 | - 0,9 | - 2,0 | + 4,5 | 0,83 | 0,79 | 0,57 | 0,81 | 0,2 | SSO. 1 | 0,61 | 23,0 |
| 13 | 711,08 | 711,14 | 710,77 | 712,02 | - 3,3 | + 0,6 | + 2,0 | + 0,6 | - 4,6 | + 2,2 | 0,95 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | » | NNE. 1 | 0,73 | 22,0 |
| 14 | 714,57 | 715,85 | 716,87 | 718,72 | - 0,5 | + 0,9 | + 0,6 | - 0,6 | - 1,2 | + 1,1 | 0,97 | 0,77 | 0,84 | 0,93 | » | OSO. 1 | 1,00 | 22,0 |
| 15 | 720,68 | 720,70 | 719,83 | 720,28 | - 3,6 | + 1,6 | + 1,5 | - 1,4 | - 4,6 | + 2,7 | 0,90 | 0,70 | 0,84 | 0,78 | » | N. 1 | 0,20 | 22,0 |
| 16 | 718,62 | 716,80 | 714,97 | 714,43 | - 2,3 | + 1,1 | + 2,6 | 0,0 | - 4,0 | + 2,8 | 0,91 | 0,77 | 0,58 | 0,84 | » | N. 1 | 0,47 | 22,5 |
| 17 | 714,17 | 714,13 | 714,01 | 714,06 | - 2,0 | - 0,4 | - 1,5 | - 2,2 | - 3,4 | + 0,4 | 0,86 | 0,78 | 0,81 | 0,77 | » | NNE. 1 | 0,89 | 22,0 |
| 18 | 711,72 | 710,28 | 709,56 | 709,72 | - 6,8 | - 1,7 | - 1,6 | - 2,8 | - 8,4 | - 0,6 | 0,87 | 0,71 | 0,88 | 0,72 | » | NNE. 2 | 0,48 | 21,0 |
| 19 | 707,81 | 707,34 | 707,07 | 708,73 | - 3,4 | - 3,3 | - 2,3 | - 3,2 | - 4,4 | - 1,8 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,87 | » | NNE. 2 | 0,90 | 21,0 |
| 20 | 713,19 | 714,91 | 716,50 | 718,86 | - 5,0 | - 1,9 | - 2,7 | - 3,5 | - 6,2 | - 0,7 | 0,88 | 0,91 | 0,88 | 0,89 | » | S. 1 | 0,99 | 21,5 |
| 21 | 723,01 | 724,43 | 725,06 | 726,55 | - 2,9 | - 0,4 | + 0,4 | - 1,1 | - 4,0 | + 1,4 | 0,99 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | » | S. 1 | 0,89 | 21,0 |
| 22 | 727,16 | 726,76 | 726,00 | 726,41 | - 4,2 | - 0,3 | + 0,5 | - 1,0 | - 6,0 | + 0,9 | 0,90 | 0,73 | 0,90 | 0,85 | » | NNE. 1 | 0,63 | 20,0 |
| 23 | 723,99 | 721,59 | 716,96 | 712,47 | - 2,7 | - 1,0 | + 0,3 | + 0,6 | - 3,9 | + 2,0 | 0,76 | 0,82 | 0,90 | 0,94 | » | SSO. 2 | 0,98 | 20,0 |
| 24 | 712,60 | 716,62 | 718,33 | 720,82 | - 1,5 | - 1,6 | - 1,1 | - 3,7 | - 6,1 | + 1,8 | 0,74 | 0,87 | 0,86 | 0,70 | 0,8 | NNE. 1 | 0,59 | 20,5 |
| 25 | 713,91 | 710,29 | 712,01 | 718,21 | - 4,9 | - 3,9 | - 0,5 | - 0,6 | -10,0 | + 1,5 | 0,77 | 0,95 | 0,96 | 0,90 | 2,2 | variab. | 0,96 | 20,0 |
| 26 | 723,59 | 722,29 | 720,13 | 718,18 | - 5,5 | + 1,6 | + 0,8 | + 4,2 | - 5,1 | + 5,2 | 0,90 | 0,68 | 0,85 | 0,45 | » | SSO. 2 | 0,64 | 20,0 |
| 27 | 718,10 | 718,15 | 716,71 | 715,97 | + 0,6 | + 1,7 | + 1,0 | + 0,3 | - 0,1 | + 4,7 | 0,90 | 0,82 | 0,95 | 1,00 | 4,1 | S. 1 | 1,00 | 20,0 |
| 28 | 716,28 | 715,53 | 714,84 | 715,61 | + 0,2 | 0,0 | - 0,3 | - 0,4 | - 0,8 | + 0,6 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 0,98 | 3,5 | NNE. 2 | 1,00 | 20,0 |

## Moyennes du mois de Février 1853.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Baromètre.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 715,15 | 715,26 | 715,28 | 714,81 | 714,15 | 714,01 | 714,14 | 714,15 | 714,10 |
| 2e » | 712,48 | 712,88 | 713,09 | 712,89 | 712,54 | 712,69 | 713,25 | 713,63 | 713,92 |
| 3e » | 719,46 | 719,83 | 719,80 | 719,46 | 718,79 | 718,75 | 719,05 | 719,27 | 719,04 |
| Mois... | 715,43 | 715,71 | 715,79 | 715,45 | 714,90 | 714,89 | 715,22 | 715,43 | 715,45 |
| | | | | *Température.* | | | | | |
| 1re décade, | + 0°,55 | + 0°,75 | + 2°,14 | + 3°,46 | + 3°,66 | + 3°,40 | + 1°,90 | + 1°,22 | + 0°,86 |
| 2e » | - 3,11 | - 2,73 | - 1,01 | + 0,05 | + 0,50 | + 0,35 | - 0,59 | - 1,28 | - 1,85 |
| 3e » | - 2,69 | - 2,36 | - 0,94 | - 0,49 | - 0,24 | + 0,14 | + 0,34 | - 0,21 | - 0,41 |
| Mois... | - 1,68 | - 1,38 | + 0,13 | + 1,11 | + 1,42 | + 1,37 | + 0,57 | - 0,08 | - 0,47 |
| | | | | *Tension de la vapeur.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 4,31 | 4,29 | 4,28 | 4,60 | 4,39 | 4,44 | 4,43 | 4,44 | 4,34 |
| 2e » | 3,44 | 3,40 | 3,37 | 3,58 | 3,61 | 3,66 | 3,74 | 3,49 | 3,55 |
| 3e » | 3,47 | 3,34 | 3,22 | 3,66 | 3,92 | 4,19 | 3,75 | 3,73 | 3,60 |
| Mois.... | 3,76 | 3,70 | 3,65 | 3,97 | 3,98 | 4,09 | 3,98 | 3,90 | 3,85 |
| | | | | *Fraction de saturation.* | | | | | |
| 1re décade, | 0,91 | 0,89 | 0,80 | 0,79 | 0,74 | 0,77 | 0,84 | 0,89 | 0,89 |
| 2e » | 0,94 | 0,89 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,78 | 0,84 | 0,83 | 0,88 |
| 3e » | 0,90 | 0,86 | 0,74 | 0,82 | 0,87 | 0,90 | 0,80 | 0,83 | 0,82 |
| Mois.. . | 0,92 | 0,88 | 0,78 | 0,79 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,87 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | " |
| 1re décade, | - 0,87 | + 4,66 | 0,89 | 9,1 | 23,6 |
| 2e » | - 3,97 | + 1,31 | 0,72 | 0,8 | 22,0 |
| 3e » | - 4,50 | + 2,26 | 0,84 | 10,4 | 20,2 |
| Mois.... | - 3,01 | + 2,78 | 0,81 | 20,3 | 22,1 |

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,29 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,2 E. et son intensité est égale à 17 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Février : 2m,050, répartie comme suit :

| | | mm |
|---|---|---|
| le | 2 | 60 |
| le | 3 | 270 |
| le | 4 | 40 |
| le | 5 | 250 |
| le | 7 | 120 |
| le | 8 | 15 |
| le | 9 | 190 |
| le | 10 | 75 |
| le | 14 | 80 |
| le | 17 | 10 |
| le | 18 | 25 |
| le | 19 | 90 |
| le | 21 | 35 |
| le | 23 | 130 |
| le | 25 | 160 |
| le | 27 | 90 |
| le | 28 | 260 |

## SAINT-BERNARD. — Février 1853.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | HYGROMETRE. 8h.m. | Midi. | 4h.s. | 8h.s. | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 560,54 | 560,07 | 559,81 | 559,97 | -10,0 | - 4,6 | - 6,5 | - 8,5 | -11,4 | - 4,6 | 84 | 68 | 73 | 79 | » | SO. 1 | 0,06 |
| 2 | 558,65 | 557,70 | 557,51 | 557,07 | -11,4 | -11,0 | -11,5 | -12,6 | -15,3 | - 7,5 | 81 | 75 | 74 | 90 | 4,9 | NE. 2 | 0,67 |
| 3 | 553,82 | 551,58 | 550,55 | 549,64 | -13,0 | -11,5 | -11,6 | -12,9 | -15,4 | - 9,6 | 84 | 82 | 87 | 90 | 20,6 | SO. 2 | 0,88 |
| 4 | 550,23 | 550,48 | 550,76 | 551,43 | -13,9 | -12,0 | -13,0 | -12,6 | -16,0 | -10,8 | 89 | 82 | 86 | 89 | 3,0 | SO. 2 | 1,00 |
| 5 | 553,28 | 554,09 | 554,69 | 555,93 | -11,0 | - 7,1 | - 9,5 | -10,3 | -14,0 | - 7,0 | 87 | 83 | 81 | 84 | 21,0 | SO. 2 | 0,83 |
| 6 | 556,75 | 556,25 | 555,10 | 555,03 | -11,0 | - 8,7 | - 9,3 | - 9,1 | -14,0 | - 6,8 | 86 | 81 | 80 | 84 | » | SO. 2 | 0,66 |
| 7 | 552,37 | 552,45 | 552,20 | 551,72 | - 8,8 | - 7,7 | - 9,4 | -11,0 | -13,5 | - 6,3 | 88 | 84 | 84 | 80 | 9,7 | SO. 2 | 0,91 |
| 8 | 546,08 | 545,34 | 544,56 | 544,33 | - 9,9 | - 7,2 | - 7,8 | -10,9 | -15,0 | - 3,1 | 79 | 83 | 80 | 80 | 1,1 | NE. 1 | 0,88 |
| 9 | 543,45 | 542,28 | 542,02 | 540,96 | -12,8 | -10,8 | -11,7 | -12,0 | -16,8 | - 9,3 | 79 | 81 | 83 | 85 | 13,3 | SO. 2 | 0,89 |
| 10 | 539,60 | 541,17 | 541,77 | 542,77 | -12,3 | - 8,6 | - 9,8 | -13,7 | -15,8 | - 6,0 | 83 | 84 | 75 | 78 | 5,0 | NE. 1 | 0,68 |
| 11 | 544,02 | 544,32 | 544,18 | 544,83 | -16,0 | -11,5 | -13,6 | -13,9 | -19,2 | - 8,7 | 76 | 79 | 75 | 77 | » | SO. 1 | 0,41 |
| 12 | 545,28 | 545,94 | 545,52 | 546,32 | -18,4 | -13,4 | -14,1 | -15,2 | -19,7 | -10,0 | 75 | 74 | 78 | 76 | » | NE. 1 | 0,11 |
| 13 | 546,39 | 546,71 | 546,79 | 547,33 | -16,0 | -11,7 | -12,2 | -13,0 | -20,3 | - 8,1 | 70 | 74 | 73 | 68 | » | SO. 1 | 0,63 |
| 14 | 547,71 | 548,90 | 549,58 | 550,82 | -15,4 | -13,9 | -14,9 | -16,5 | -17,9 | -12,4 | 77 | 72 | 75 | 74 | 6,8 | NE. 2 | 0,98 |
| 15 | 552,62 | 553,30 | 553,50 | 554,07 | -17,7 | - 0,7 | -13,2 | -16,5 | -20,9 | - 8,3 | 77 | 71 | 64 | 75 | » | NE. 2 | 0,01 |
| 16 | 552,46 | 551,41 | 550,21 | 549,57 | -16,8 | -10,9 | -10,6 | -14,3 | -20,0 | - 6,5 | 86 | 85 | 81 | 76 | » | SO. 1 | 0,03 |
| 17 | 547,37 | 546,65 | 545,78 | 545,42 | -15,5 | -15.7 | -15,6 | -19,3 | -20,8 | -12,6 | 76 | 82 | 74 | 75 | 0,8 | NE. 2 | 0,73 |
| 18 | 543,04 | 542,24 | 541,77 | 541,63 | -22,5 | -20,1 | -20,4 | -20,9 | -25,0 | -18,4 | 80 | 71 | 68 | 74 | 1,9 | NE. 2 | 0,79 |
| 19 | 540,05 | 539,48 | 539,84 | 540,93 | -21,8 | -20,4 | -20,3 | -21,8 | -24,8 | -17,7 | 77 | 71 | 69 | 75 | 7,2 | NE. 2 | 0,92 |
| 20 | 543,20 | 544,86 | 546,44 | 549,16 | -22,4 | -19,9 | -19,3 | -20,3 | -24,6 | -17,6 | 83 | 76 | 73 | 76 | » | NE. 3 | 0,80 |
| 21 | 552,25 | 553,73 | 555,71 | 556,13 | -18,3 | -17,5 | -17,2 | -17,8 | -23,0 | -15,5 | 74 | 76 | 75 | 78 | 2,3 | NE. 3 | 0,82 |
| 22 | 556,39 | 556,09 | 555,90 | 556,01 | -18,3 | -13,7 | -15,4 | -18,8 | -22,4 | -10,5 | 78 | 74 | 66 | 72 | » | NE. 1 | 0,41 |
| 23 | 554,20 | 552,86 | 550,80 | 548,49 | -17,5 | -12,6 | -12,5 | -14,6 | -22,6 | - 8,5 | 79 | 75 | 74 | 76 | 9,9 | NE. 2 | 0,87 |
| 24 | 543,28 | 545,89 | 546,66 | 549,50 | -17,0 | -18,1 | -20,3 | -21,9 | -22,0 | -13,3 | 79 | 74 | 75 | 76 | » | NE. 3 | 0,87 |
| 25 | 547,35 | 545,36 | 545,50 | 548,38 | -15,8 | - 9,5 | -11,8 | -15,7 | -24,8 | - 6,4 | 79 | 82 | 74 | 77 | 12,5 | NE. 2 | 0,99 |
| 26 | 554,17 | 553,94 | 553,76 | 554,03 | -17,0 | - 8,2 | -12,4 | -11,5 | -23,9 | - 6,5 | 76 | 73 | 75 | 80 | » | variab. | 0,62 |
| 27 | 552,25 | 552,40 | 552,16 | 551,98 | - 9,6 | - 7,6 | - 9,0 | -12,0 | -14,5 | - 7,3 | 87 | 79 | 81 | 81 | 7,3 | SO. 1 | 1,00 |
| 28 | 551,21 | 550,78 | 550,22 | 550,63 | - 6,4 | - 5,5 | - 9,4 | -10,3 | -13,5 | - 4,7 | 82 | 74 | 72 | 80 | 19,9 | SO. 1 | 0,98 |

## Moyennes du mois de Février 1858.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Baromètre.* | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 551,53 | 551,48 | 551,64 | 551,14 | 550,91 | 550,90 | 550,96 | 550,88 | 550,88 |
| 2e » | 546,06 | 546,21 | 546,39 | 546,38 | 546,24 | 546,36 | 546,79 | 547,01 | 547,15 |
| 3e » | 551,20 | 551,39 | 551,37 | 551,38 | 551,33 | 551,34 | 551,48 | 551,89 | 551,90 |
| Mois... | 549,48 | 549,57 | 549,69 | 549,51 | 549,36 | 549,40 | 549,62 | 549,79 | 549,83 |
| *Température.* | | | | | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | -11,59 | -11,41 | - 9,80 | - 8,92 | - 9,32 | -10,01 | -11,42 | -11,36 | -11,18 |
| 2e » | -18,46 | -18,25 | -16,11 | -14,72 | -14,68 | -15,42 | -16,57 | -17,17 | -17,59 |
| 3e » | -16,76 | -14,09 | -13,42 | -11,59 | -11,87 | -13,50 | -14,76 | -15,32 | -15,31 |
| Mois... | -15,52 | -14,87 | -13,09 | -11,75 | -11,96 | -12,94 | -14,21 | -14,57 | -14,65 |
| *Hygromètre.* | | | | | | | | | |
| 1re décade, | 83,3 | 84,0 | 83,4 | 80,3 | 79,7 | 80,3 | 81,2 | 83,9 | 83.1 |
| 2e » | 75,6 | 77,7 | 75,6 | 75,5 | 74,0 | 73,0 | 74,6 | 74,6 | 76 0 |
| 3e » | 79,9 | 79,2 | 79,1 | 76,1 | 73,5 | 74,0 | 75,9 | 77,5 | 78,4 |
| Mois... | 79,6 | 80,4 | 79,4 | 77,3 | 75,9 | 75,9 | 77,3 | 78,7 | 79,2 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | | mm |
| 1re décade, | -14,72 | - 7,10 | 0,75 | 78,6 |
| 2e » | -21,32 | -12,03 | 0,54 | 16,7 |
| 3e » | -20.84 | - 9,09 | 0,82 | 51,9 |
| Mois... | -18,82 | - 9,43 | 0,69 | 147,2 |

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,64 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 40 sur 100.

# ARCHIVES
## DES
# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

**Recherches sur l'évaporation**, par M. F. Marcet, professeur honoraire de Physique à l'Académie de Genève. (Communiquées à la Société de Physique et d'Histoire naturelle en décembre 1852.)

Dans un travail publié il y a quelques années[1], j'eus l'occasion de remarquer que la température à laquelle l'eau et quelques autres liquides entraient en ébullition, pouvait varier de plusieurs degrés suivant la nature et suivant l'état de la surface du vase ou ballon dans lequel l'ébullition a lieu. J'attribuai ces différences à une sorte de modification moléculaire opérée sur la surface des vases par l'action ou par la simple présence de certaines substances, dont l'effet aurait consisté à déterminer un contact plus ou moins parfait, et partant, une adhésion plus ou moins intime entre les molécules du liquide et les parois du vase; et à rendre ainsi plus difficile, ou au contraire, à faciliter la transformation du liquide en une vapeur élastique.

Je me suis plus d'une fois demandé si ces différences

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, février 1842, et *Annales de Physique et Chimie*, 1842, tome V.

que j'avais remarquées dans la température d'ébullition de l'eau et de quelques autres liquides, suivant l'adhésion plus ou moins grande de leurs particules pour les parois du vase, ne devaient pas aussi se manifester jusqu'à un certain point lorsqu'il s'agit de la simple évaporation de ces mêmes liquides, en accélérant ou en retardant, suivant les circonstances, ce changement d'état. L'évaporation et l'ébullition ne sont, en effet, l'une et l'autre, que des phénomènes moléculaires dépendant de l'action du calorique; ils ne diffèrent dans leurs effets que par le degré de tension de la vapeur produite, et par la promptitude avec laquelle la conversion du liquide en vapeur a lieu. C'est toujours la force répulsive du calorique qui opère le phénomène, en écartant les unes des autres les molécules du liquide, jusqu'à ce que l'attraction de cohésion se trouve enfin complétement détruite, et remplacée par cette force répulsive qui constitue un fluide élastique. Il arrive seulement que, tandis que dans l'ébullition le changement d'état est subit, visible à l'œil, et paraît avoir lieu simultanément dans toute la masse du liquide; dans l'évaporation, au contraire, ce changement est toujours lent et graduel, et paraît se borner à la conversion en vapeur des molécules situées à la surface, ou très-près de la surface. Mais toujours est-il vrai que tout fait de nature à augmenter la cohésion des molécules les unes pour les autres, ou leur adhésion pour les parois du vase qui les renferme, doit tendre à empêcher la conversion d'un liquide en un fluide élastique, ou en d'autres termes, ralentir l'évaporation de ce liquide, par les mêmes motifs qu'une cause analogue en retarde l'ébullition.

J'avais perdu de vue ce sujet, et ne m'en serais pro-

bablement plus occupé, lorsqu'une lettre de M. Aug. de la Rive, adressée à M. Arago en octobre 1851, et insérée dans le Compte rendu de l'Académie des sciences, vint de nouveau le rappeler à mon souvenir. Elle est intitulée « Sur l'apparition et la disparition successive de grands glaciers sur la surface actuelle du globe terrestre. » Dans cette lettre, M. de la Rive attribue l'apparition des glaciers en question au refroidissement produit, lors de l'émersion des terrains d'Europe de la formation la plus récente, par l'évaporation de l'eau qui les recouvrait; refroidissement qui, dans l'opinion du savant que je viens de citer, a dû être plus intense, lorsque l'eau qui s'évaporait, au lieu de constituer une surface liquide et unie, s'est trouvée mélangée avec certaines substances, telles que de la terre ou du sable, qu'elle tenait en suspension ou entre les pores desquelles elle a pu se trouver logée. De là, ajoute, M. de la Rive, « le froid provenant « de l'évaporation opérée à la surface des terrains humides « émergés, a dû être plus grand que celui auquel don« nait lieu cette même évaporation quand l'eau recou« vrait tous ces terrains. »

L'énoncé de cette idée ingénieuse, et de nature, si elle est fondée, à expliquer par les causes actuelles l'apparition subite de grands glaciers sur la surface de notre globe, m'a engagé à étudier de plus près certaines circonstances de nature à influer sur le degré d'évaporation des liquides. C'est le résultat de ce travail que je communique maintenant à la Société.

### § 1er. — *De la température de l'air comparée à celle des liquides qui peuvent s'y évaporer librement.*

L'expérience démontre que la vapeur élastique tend

à se former sur l'eau à toute température ; la seule condition de sa formation est, que les couches d'air, qui environnent le liquide, ne soient pas déjà saturées de vapeur. La vapeur, pour se former, devant nécessairement absorber de la chaleur, et ne pouvant la trouver ailleurs, est forcée de la prendre, soit aux corps environnants, soit à la masse liquide elle-même, ce qui produit un refroidissement de celle-ci au-dessous de la température du milieu ambiant. C'est par cette raison qu'un liquide, exposé à l'air dans un vase ouvert, est toujours plus froid que l'air ambiant. La différence entre sa température et celle de l'air, toutes les autres circonstances restant les mêmes, dépend uniquement de la témpérature de l'air ambiant. Plus cette température est élevée, et plus la différence de l'air et celle du liquide devient considérable. Une moyenne calculée sur un grand nombre d'observations faites à des époques différentes de l'année, m'a démontré, qu'entre 40° et 50° cent. [1] ; la différence entre la température de l'eau renfermée dans un vase de verre d'une superficie donnée et celle de l'air ambiant, variait de 5° à 7° ; entre 20° et 25°, cette différence n'est que de 1° 1/4 à 1° 1/2 ; à 12°, je l'ai trouvée d'environ 0°,8 ; à 7°, de 0°,3; et enfin, entre 3° et zéro, de 0°,15 à 0°,1 seulement.

L'alcool m'a présenté des résultats analogues : à 40° la différence entre sa température et celle de l'air ambiant est d'environ 6°; de 12° à 15°, cette différence varie de 1° 1/4 à 1° 1/2 ; aux environs de zéro, elle n'est que de quelques dixièmes de degré.

[1] *Cette température a été obtenue en plaçant l'eau dans la cavette d'un grand poêle chauffé modérément.*

Ces résultats s'expliquent d'eux-mêmes. L'évaporation du liquide diminuant à mesure que la température extérieure s'abaisse, le froid, qui en est la conséquence, doit diminuer dans la même proportion. La température du liquide doit ainsi tendre constamment à se rapprocher de celle de l'air à mesure que la température de celui-ci baisse, et s'il pouvait arriver un moment où l'évaporation devint nulle, il est permis de supposer que le liquide se maintiendrait à la même température que l'air extérieur.

§ 2. — *Des variations qui ont lieu dans la rapidité de l'évaporation des liquides suivant la nature des vases qui les renferment.*

J'ai démontré ailleurs que la température à laquelle les liquides entrent en ébullition, varie suivant la nature des vases dans lesquels ils sont contenus. Il paraît qu'il en est de même de l'évaporation à l'air libre ; son intensité dépend aussi, jusqu'à un certain point, de la nature des vases qui renferment les liquides soumis à l'évaporation. C'est ce qui résulte des expériences suivantes :

Six cents grains d'eau distillée ont été introduits dans trois petits vases cylindriques de *sept* centimètres de diamètre et *trois* centimètres de profondeur, parfaitement semblables quant à la forme et quant aux dimensions ; l'un d'étain, le second de verre et le troisième de porcelaine vernie. Ces trois vases ont été exposés pendant sept jours à l'évaporation à l'air libre, à une température variant de 20° à 25°. Une observation faite journellement sur chacun d'eux a démontré, que la quantité d'eau évaporée du vase de porcelaine était plus

considérable que celle évaporée des vases de verre et de métal; ces derniers se rapprochaient beaucoup sous ce rapport l'un de l'autre. Voici le détail des résultats. Au bout de sept jours il s'était évaporé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Du vase | de porcelaine. . . . | 303 | grains d'eau. |
| Id. | d'étain. . . . . . . | 277,5 | » |
| Id. | de verre. . . . . . | 275,5 | » |

Dans une autre expérience qui a duré dix jours il s'était évaporé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Du vase | de porcelaine. . . . | 474 | grains d'eau. |
| Id. | d'étain. . . . . . . | 437 | » |
| Id. | de verre. . . . . . | 440 | » |

Dans d'autres expériences il n'y a eu aucune différence sensible entre la quantité d'eau évaporée du vase d'étain et de celui de verre, mais toujours une différence notable entre ces deux derniers et le vase de porcelaine.

Les expériences ci-dessus ont été répétées à une température beaucoup plus élevée, en plaçant les trois vases dans un milieu chauffé à 43°. Les différences ont eu lieu dans le même sens que précédemment, quoiqu'à un degré moindre, surtout en ce qui concerne le vase d'étain qui, sous le point de vue de la quantité d'eau évaporée, s'est rapproché de celui de porcelaine, sans doute à cause de la plus grande conductibilité du métal, dont l'influence, à une température aussi élevée, a dû contribuer à accélérer l'évaporation de l'eau qui y était renfermée. Les trois vases exposés à l'évaporation contenaient chacun 500 grains d'eau. Au bout de vingt-quatre heures, il s'était évaporé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Du vase de porcelaine. . . . | 266 | grains d'eau. |
| Id. d'étain . . . . . . . | 259 | » |
| Id. de verre. . . . . . . | 252 | » |

*Evaporation de l'alcool.* — J'ai cherché si les différences dans l'évaporation, tenant à la nature des vases, avaient lieu pour l'alcool comme pour l'eau. Dans ce but, j'ai introduit dans les trois vases, de porcelaine, de verre et de métal, 250 grains d'alcool du commerce. Après avoir été exposés tous les trois à l'évaporation à l'air libre pendant 48 heures, à la température moyenne de 12°, il s'était évaporé :

| | | |
|---|---|---|
| Du vase de porcelaine. . | 105,2 | grains d'alcool. |
| Id. d'étain. . . . . | 88 | » |
| Id de verre. . . . | 89,2 | » |

En employant de l'alcool rectifié, la différence entre les quantités de liquide évaporé était encore plus considérable. Au bout de vingt-quatre heures, sur 175 grains d'alcool rectifié, il s'était évaporé :

| | | |
|---|---|---|
| Du vase de porcelaine. . . | 108 | grains d'alcool. |
| Id. d'étain. . . . . . | 85,5 | » |
| Id. de verre. . . . . | 90 | » |

Il paraissait naturel, au premier abord, d'attribuer le ralentissement dans l'évaporation, soit de l'eau, soit de l'alcool, dans un vase de verre composé à un vase de porcelaine, à l'adhésion toute particulière de ces liquides pour le verre, adhésion qui, comme on sait, tend aussi à en retarder notablement l'ébullition. Mais le résultat fourni par le vase de métal rend cette explication inadmissible. Comment, en effet, expliquer l'évaporation plus rapide d'un liquide renfermé dans un vase de por-

celaine que dans un vase de métal? Le premier de ces vases a probablement plus d'adhésion pour l'eau ou pour l'alcool que n'en a le second. Si donc ce n'est qu'un phénomène d'adhésion, l'évaporation semblerait devoir être retardée dans le vase de porcelaine comparé à celui de métal, et c'est pourtant le contraire qui a lieu. Faute d'explication plus plausible, je me suis demandé s'il était possible que la porcelaine, même vernie, pût être jusqu'à un certain point perméable à l'eau, et augmenter ainsi en apparence la quantité de liquide évaporé. Pour décider le fait, j'ai introduit sous la cloche d'une machine pneumatique un flacon de porcelaine vernie rempli en partie d'eau, et hermétiquement fermé. Il me semblait que pour peu que la porcelaine vernie fût perméable, la pression atmosphérique devait produire un suintement d'eau à travers les pores de cette substance. Mais quoique j'aie répété l'expérience plusieurs fois, je n'ai jamais pu en apercevoir la plus légère trace.

§ 3. — *Des variations qui ont lieu dans la température des liquides suivant la nature des vases qui les renferment.*

La température d'un liquide, toutes choses étant d'ailleurs les mêmes, paraît différer sensiblement suivant la nature du vase dans lequel ce liquide se trouve. Mes expériences à ce sujet ont porté, comme précédemment, sur de petits vases cylindriques de même dimension, en porcelaine, verre et étain. Une moyenne calculée sur cinquante-six observations faites dans des saisons différentes, l'air extérieur variant de 10° à 25°, m'a fourni la preuve, que toutes choses d'ailleurs égales, l'eau est plus chaude de 0°,2 dans un vase de métal que dans un vase

de verre. La plus grande différence que j'ai remarquée, a été de 0°,4; deux fois cette différence a été nulle, mais jamais je ne l'ai trouvée en faveur de l'eau renfermée dans le vase de verre. Le fait qu'elle continue à se manifester lorsque la température de l'air extérieur est restée parfaitement stationnaire pendant plusieurs heures, et même lorsque cette température décroit lentement, suffit, à ce qu'il me semble, pour rendre inadmissible, l'explication qui consisterait à attribuer la différence en question à l'influence du pouvoir conducteur du vase de métal.

J'ai comparé ensuite la température de l'eau renfermée dans un vase de verre et dans un vase semblable en porcelaine. Sur trente-trois observations faites au printemps, la température atmosphérique variant de 15° à 20°, la différence a été en moyenne de 0°,08 en faveur de l'eau contenue dans le vase de verre, ce qui porte à 0°,28 la différence moyenne entre la température de l'eau dans un vase de métal et dans un vase de porcelaine. Des observations analogues faites en hiver, lorsque l'air ambiant n'était qu'à 2° ou 3°, et par conséquent, l'évaporation très-peu sensible, m'ont fourni des résultats moins concordants que ceux obtenus à une température plus élevée. Une moyenne calculée sur quinze observations faites à la température de 2° à 3°, a constaté une identité presque complète entre la température de l'eau dans un vase de porcelaine et dans un vase de verre, mais toujours une légère différence en plus en faveur de celle contenue dans un vase de métal.

La différence entre la température de l'eau renfermée dans des vases de nature différente s'accroît notablement lorsque l'air ambiant est beaucoup plus chaud. Entre



45° et 50°, par exemple, j'ai remarqué que la différence entre la température de l'eau contenue dans un vase de verre et un vase semblable de porcelaine, dépassait quelquefois 2°. Je n'ai pas établi de comparaison avec le vase de métal, à cause de la difficulté de le soustraire complétement à l'influence de la conductibilité, à une température aussi élevée.

L'alcool m'a fourni, sous ce rapport, des résultats un peu différents de ceux de l'eau. L'air ambiant étant à 12°, la température de l'alcool du commerce contenu dans un vase de verre ou de métal dépasse en moyenne de 0°,5 celui qui est renfermé dans un vase semblable de porcelaine. La différence entre la température du même alcool renfermé dans des vases de verre ou de métal est à peine sensible.

Les différences que nous venons de voir se manifester presque constamment dans la température de l'eau et de l'alcool, suivant la nature des vases dans lesquels ils sont renfermés, proviennent sans doute de la propriété qui paraît exister chez des vases de nature différente, d'accélérer ou de retarder l'évaporation de ces mêmes liquides. Dans chaque cas, en effet, la quantité de chaleur sensible enlevée à la masse liquide, ou, en d'autres termes, son refroidissement, doit être proportionnée à la quantité de vapeur formée. Ainsi, si l'eau est constamment plus froide dans un vase de porcelaine que dans un vase de métal ou de verre, cette différence s'explique par le fait que l'eau s'évapore aussi plus promptement du premier de ces deux vases que des deux autres. On n'éprouve pas dans ce cas d'embarras, comme lorsqu'il s'agissait tout à l'heure d'expliquer par quelle raison l'évaporation avait lieu plus promptement dans le

vase de porcelaine que dans celui de métal. Il suffit, dans le cas actuel, d'avoir constaté le fait, pour que la différence de température qu'on remarque dans un liquide placé dans des vases différents, en découle naturellement.

## § 4.—*Des précautions nécessaires dans les expériences de cette nature.*

Dans les deux séries d'expériences qui précèdent, ainsi que dans celles qui vont suivre, j'ai dû me prémunir autant que possible contre certaines sources d'erreur qui auraient pu jeter du doute sur les résultats obtenus. D'abord, ces résultats ne portant que sur des différences de température assez minimes, il a fallu employer des thermomètres, non-seulement très-sensibles au plus petit changement de température, mais aussi à grands degrés. J'ai trouvé ces deux conditions réunies dans des thermomètres construits, il y a quelques années, avec un très-grand soin par M. Bellani de Milan, dans lesquels quoique la boule soit très-petite, d'environ 5 millimètres de diamètre, on peut néanmoins apprécier à la vue simple les 0°,05, et à la loupe les 0,025 de degré. La boule du thermomètre était toujours placée au centre du liquide, de manière à accuser, autant que possible, la température moyenne de la masse, et vu la petite quantité de liquide employée dans mes expériences, il ne pouvait guère y avoir d'erreur sensible à cet égard.

Une autre source possible d'erreur, provenait de l'inégalité qu'il devait y avoir dans le rayonnement des parois des vases de métal comparés à ceux de verre ou de porcelaine. Mais remarquons d'abord que cette diffé-

rence de rayonnement a dû se trouver compensée, au moins en partie, par une différence correspondante, dans la faculté absorbante pour le calorique du métal comparé au verre et à la porcelaine. Ajoutons, en second lieu, que ce n'est point entre les vases de verre et de métal, dont le pouvoir rayonnant diffère très-notablement l'un de l'autre, mais bien entre ceux de verre et de porcelaine, chez lesquels il est comparativement presque identique, qu'ont été constatées les différences les plus considérables, au moins en ce qui concerne la rapidité de l'évaporation. Au surplus, je me suis assuré directement, au moyen d'une série d'expériences comparatives faites avec les trois vases déjà décrits, et un second vase semblable de métal recouvert extérieurement d'une couche de noir de fumée (état dans lequel ses parois ont dû rayonner et absorber le calorique plus fortement que celles des vases de verre et de porcelaine), que les différences remarquées dans la température et dans l'évaporation des liquides ne pouvaient être attribuées, sauf à un degré très-léger et tout à fait insuffisant pour expliquer les résultats obtenus, à une inégalité de rayonnement ou d'absorption chez les différents vases employés. J'ai indiqué plus haut les précautions prises pour éviter l'influence du pouvoir conducteur pour la chaleur, plus considérable chez les vases de métal que chez ceux de verre ou de porcelaine. Enfin, dans toutes les observations de cette nature, il importe de s'assurer que le local, où elles ont lieu, soit maintenu autant que possible à une température uniforme, et que les vases mis en expérience soient semblablement disposés par rapport aux parois de la chambre, de manière à recevoir par le rayonnement des quantités égales de chaleur. Il

faut aussi veiller à ce qu'ils soient tenus à l'abri de tout courant d'air : ce n'est qu'à ces conditions qu'on obtient des résultats concordants, et qu'on peut espérer conformes à la vérité.

### § 5. — *De l'influence de la masse ou profondeur du liquide pour accélérer son évaporation.*

En général, les physiciens ont envisagé l'évaporation comme un phénomène qui a lieu à la surface des liquides seulement ; c'est même un des caractères principaux par lesquels ils distinguent l'évaporation de l'ébullition, en affirmant que l'*évaporation* est la formation de la vapeur à la surface libre des liquides, tandis que l'*ébullition* consiste dans la formation de la vapeur simultanément dans le sein de la masse. Il est résulté de cette définition qu'on a toujours regardé la quantité de liquide qui s'évapore pendant un temps donné, toutes les autres circonstances restant les mêmes, comme proportionnée à l'étendue de la surface sur laquelle la vapeur prend naissance, et ne dépendant nullement de la masse ou profondeur du liquide. Les expériences qui suivent paraissent de nature à démontrer que cette opinion est, jusqu'à un certain point, erronée, et qu'au contraire, la masse d'un liquide, ou sa profondeur à surface égale, peut influer, au moins dans certaines limites, sur la rapidité de l'évaporation.

J'ai choisi deux petits vases cylindriques en métal, profonds l'un et l'autre de trois centimètres et larges de sept centimètres. J'ai introduit dans l'un d'eux 150 grains d'eau qui occupait au fond une profondeur de 1 $^1/_2$ millimètre ; dans le second j'ai introduit 800 grains d'eau, qui le remplissait jusqu'à la profondeur de 12 millimètres environ. L'un et l'autre de ces vases ayant été

exposés à l'évaporation à l'air libre à la température de 12°, au bout de quarante-huit heures, le premier, celui qui ne contenait que 1 $^1/_2$ millimètre d'eau, avait perdu par l'évaporation 37 grains de son poids primitif, tandis que le second en avait perdu 48,8 grains. L'accroissement de la masse d'eau, la surface restant la même, aurait ainsi augmenté l'évaporation dans le rapport de près de 4 à 3.

Cette expérience a été variée en substituant des vases de verre à ceux de métal, la température de l'air ambiant étant cette fois de 40°. Dans ce cas, l'accroissement de la masse d'eau a paru favoriser l'évaporation dans le rapport de 6 à 5. En élevant la température de l'air ambiant jusqu'à 60°, l'effet de la profondeur du liquide pour accélérer l'évaporation a paru aller en augmentant. En effet, à cette température, un vase de verre, contenant une couche d'eau profonde de deux millimètres, avait perdu en dix heures 117 grains de son poids primitif, tandis qu'un vase semblable, contenant de l'eau profonde de 15 millimètres, avait perdu jusqu'à 165 grains dans le même temps. Des vases en porcelaine ont fourni des résultats analogues.

En répétant sur l'alcool les expériences qui précèdent, j'ai obtenu des résultats encore plus décisifs. C'est ainsi que deux vases de verre parfaitement semblables, et contenant, le premier une couche d'alcool de douze millimètres de profondeur, pesant 600 grains; le second une couche profonde de deux millimètres seulement, et pesant 100 grains; exposés l'un et l'autre à l'évaporation à la température de 12°, ont perdu au bout de six heures, le premier 69 grains, et le second 43 grains seulement de leur poids primitif.

Il est fort possible que cette influence apparente de la masse du liquide pour favoriser l'évaporation, ne soit due qu'à la facilité plus grande avec laquelle les couches d'un liquide, lorsque celui-ci a une certaine profondeur, peuvent se déplacer, et arriver successivement à la surface. On comprend, en effet, que la couche supérieure du liquide, devenue plus pesante par suite du refroidissement provenant de l'évaporation, doit descendre au fond, et être remplacée par la couche suivante, qui arriverait à la surface, s'évaporer et se refroidir à son tour. Il en serait de même successivement pour les autres couches. Je dois cependant ajouter que les essais que j'ai faits pour constater, dans les petites quantités de liquide que j'employais habituellement, des différences de température entre les différentes couches, ne m'ont pas fourni de résultat concluant.

§ 6. — *De l'effet produit sur l'évaporation par le mélange avec un liquide d'une substance étrangère, ayant moins d'adhésion pour les molécules de ce liquide que celles-ci n'ont de cohésion entre elles.*

J'arrive maintenant à l'examen de l'hypothèse suggérée par M. de la Rive, au sujet de l'apparition de grands glaciers sur la surface du globe terrestre. Ce physicien suppose, que le froid produit par l'évaporation est plus intense quand l'eau qui s'évapore est mélangée avec certaines substances qu'elle tient en suspension, ou entre les pores desquelles elle est logée. Si cette opinion est fondée, elle ne peut guère provenir que d'une diminution de cohésion entre les particules de l'eau, due à la présence de ces substances, pour lesquelles les molécules

liquides auraient moins d'adhésion qu'elles n'ont de cohésion les unes pour les autres. Il en résulterait comme conséquence, accélération dans l'évaporation de l'eau, et partant, augmentation du froid produit. J'ai donc cherché à déterminer par l'expérience, 1° si effectivement il y a accélération dans l'évaporation de l'eau, lorsque ce liquide se trouve mélangé avec du sable, de la sciure de bois, ou autres substances semblables; 2° si de l'eau, mélangée avec ces substances, se maintient habituellement à une température plus basse qu'une même surface d'eau pure.

Pour résoudre la première question, j'ai fait les expériences suivantes :

J'ai introduit dans trois petits vases cylindriques de mêmes dimensions, l'un de métal, le second en verre et le troisième en porcelaine, une certaine quantité de sable siliceux sur lequel j'ai versé de l'eau, jusqu'à ce que non-seulement le sable en fut saturé, mais qu'une couche d'eau de deux à trois millimètres d'épaisseur surnageât au-dessus. Il se trouvait ainsi dans chaque vase 300 grains d'eau mélangée avec le sable. Trois vases parfaitement semblables aux précédents, contenaient chacun 300 grains d'eau, sans sable. Les six vases ont été exposés simultanément à l'évaporation à l'air libre, dont la température a varié entre 18° et 25° pendant la durée de l'expérience. Une observation a été faite journellement sur la perte comparative de poids due à la quantité d'eau évaporée de chaque vase. Au bout de cinq jours les résultats suivants ont été constatés [1] :

[1] Je ne cite ici qu'une seule expérience, mais je l'ai répétée un grand nombre de fois, en variant les circonstances accessoires.



| | |
|---|---|
| Poids perdu par le vase de verre contenant 300 grains d'eau, sans sable . . . . . . . . . | 171 grains. |
| Idem par le vase de verre contenant l'eau et le sable. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 177 » |
| Poids perdu par le vase d'étain contenant 300 grains d'eau sans sable. . . . . . . . . . | 174 grains. |
| Idem par le vase d'étain contenant l'eau et le sable . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 182 » |
| Poids perdu par le vase de porcelaine contenant 300 grains d'eau sans sable . . . . . . . | 184 grains. |
| Idem par le vase de porcelaine contenant l'eau et le sable. . . . . . . . . . . . . . . | 196,5 » |

Il résulte de cette expérience que de l'eau, mélangée avec du sable dans un vase d'une nature quelconque, s'évapore plus rapidement que la même quantité d'eau seule. La différence entre les quantités d'eau évaporée est plus considérable, lorsque l'évaporation a lieu dans des vases de porcelaine que lorsqu'elle a lieu dans des vases de verre ou de métal. Dans le premier cas, cette différence atteint quelquefois 7 ou 8 pour cent; dans le second, elle n'a jamais dépassé 4 ou 5 pour cent, au moins à la température ordinaire de l'atmosphère. Si l'on élève la température du milieu ambiant jusqu'à 50°, j'ai vu la différence entre la quantité d'eau qui s'évapore dans un temps donné, suivant qu'elle est seule ou mélangée avec du sable, atteindre près de 15 pour cent.

L'effet du sable pour accélérer l'évaporation a lieu pour l'alcool comme pour l'eau. Après quarante heures d'évaporation dans deux vases semblables en porcelaine, à la température de 10° à 12°, 200 grains d'alcool du commerce avaient perdu 111,4 grains sur leur poids primitif, tandis que la même quantité d'alcool mêlé avec du sable avait perdu dans le même temps 126,3 grains.

Le sable n'est pas la seule substance qui accélère l'évaporation des liquides avec lesquels il est mélangé. J'ai remarqué que la sciure de bois produisait un effet analogue, quoiqu'à un degré moindre. Il en serait probablement de même de toute autre substance de même nature, ayant moins d'adhésion pour les particules du liquide avec lequel elle est mélangée, que celles-ci n'ont de cohésion entre elles.

Je passe maintenant à l'examen de la seconde question. « De l'eau mélangée avec du sable se maintient-elle à « une température plus basse qu'une surface égale d'eau « *sans sable* placée dans les mêmes circonstances? » — La réponse est affirmative; l'expérience m'a, en effet, démontré, que toutes choses d'ailleurs égales, de l'eau mélangée avec du sable en quantité suffisante pour le saturer, et pour laisser une couche mince d'eau au-dessus de la surface de ce sable, est plus froide que de l'eau exposée seule à la même température. La différence entre la température de l'eau et celle du sable humide varie cependant suivant la nature du vase dans lequel l'expérience a lieu ; c'est lorsqu'on emploie des vases minces de métal, qu'elle est le plus considérable. Une moyenne, calculée sur cinquante-six expériences, m'a donné dans ce cas 0°,45 pour différence entre la température de l'eau et celle de la surface du sable humide, l'air extérieur variant de 15° à 25°. Si on se sert de vases de verre, cette différence ne dépasse pas en moyenne 0°,16; et si on compare la température de l'eau et celle du sable humide dans des vases de porcelaine, elle devient à peine sensible, ne dépassant pas en moyenne 0°,02.

Il m'a paru qu'il y aurait quelque intérêt à compa-

rer la température du sable humide renfermé dans des vases de nature différente, pour s'assurer s'il existe à cet égard des variations analogues à celles qui ont été remarquées dans la température de l'eau placée dans les mêmes circonstances. Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

C'est dans un vase de métal, dans lequel nous avons vu que l'eau se maintenait à une température plus élevée que dans les autres, que, toutes choses d'ailleurs égales, la température du sable humide est le plus basse : c'est dans des vases de verre et de porcelaine, dans lesquels l'eau est, au contraire, plus froide que dans un vase de métal, que la température de ce sable humide est le plus élevée. Cette différence est en moyenne de 0°,14, dont le sable humide est plus froid dans le vase de métal que dans celui de verre ; elle est de 0°,1 seulement, si l'on compare la température du sable humide dans un vase de métal, avec celle de ce même sable humide dans un vase de porcelaine.

En résumé, le sable mêlé d'eau est toujours un peu plus froide à surface égale, que de l'eau exposée seule à la même température ; résultat auquel nous devions nous attendre, puisque nous savons que le mélange du sable avec de l'eau augmente l'évaporation de celle-ci, et partant, le refroidissement qui en est la conséquence. D'autre part, on a de la peine à comprendre par quelle raison le sable humide est moins froid dans le vase de porcelaine, dans lequel l'eau s'évapore le plus rapidement, que dans les vases de verre ou de métal, ou cette évaporation est plus lente. C'est une de ces anomalies, dépendant probablement de quelque action ou modification moléculaire, que je me borne à signaler, dans l'espoir que d'autres en fourniront l'explication.

### § 7. — *De l'effet de la profondeur de la couche d'eau au-dessus du sable pour accélérer l'évaporation.*

Jusqu'ici, dans mes expériences sur le sable humide, j'ai toujours supposé le sable saturé d'eau, mais n'ayant à sa surface qu'une couche d'eau de un à deux millimètres au plus. J'avais déjà remarqué que lorsque l'eau qui surnage a disparu, et que la surface du sable commence à se dessécher, l'évaporation diminue très-rapidement, lors même qu'il reste encore passablement d'eau logée entre les particules de sable. Les résultats déjà rapportés sur l'effet de la profondeur du liquide pour faciliter l'évaporation, m'ont conduit à rechercher si le sable accélère l'évaporation seulement lorsqu'il est en contact avec l'eau, ou bien si le même effet a lieu, lorsqu'il y a un certain intervalle entre la surface du sable et celle de l'eau exposée à l'évaporation. Si, en effet, dans ce dernier cas, le sable continue à accélérer l'évaporation, l'on ne peut guère expliquer son action autrement qu'en admettant que l'évaporation n'est pas un phénomène qui se passe uniquement à la surface du liquide, mais que les changements ou actions moléculaires qui ont lieu dans l'intérieur de sa masse, jouent aussi un rôle, et peuvent influer sur la rapidité de l'évaporation, comme elles influent incontestablement sur l'ébullition, en préparant, pour ainsi dire, les molécules de liquide au changement d'état qui les attend à mesure qu'elles arrivent à la surface. L'expérience suivante tendrait à confirmer cette manière de voir :

Trois petits vases cylindriques en porcelaine, de même forme et de mêmes dimensions, contenaient : le premier, du sable saturé d'eau, et ayant à sa surface une couche

d'eau de $1\,^1/_2$ millimètre d'épaisseur; le second contenait la même quantité de sable, mais au-dessus de ce sable une couche d'eau de dix millimètres de profondeur; le troisième, enfin, renfermait dix millimètres d'eau sans sable. Ces trois vases ayant été exposés à l'évaporation à l'air libre, à la température de 12° à 14°, au bout de 50 heures, le premier avait perdu 77 grains de son poids primitif, le second 89 grains, et le troisième, celui qui renfermait l'eau seule, 72 grains seulement. On voit que dans les deux premiers cas, la présence du sable a accéléré l'évaporation de l'eau, mais que l'effet a été beaucoup plus marqué dans le second cas où il y avait une couche de dix millimètres d'eau au-dessus du sable, que dans le premier où l'épaisseur de cette couche n'était que d'un millimètre et demi. A une température beaucoup plus élevée, 45° à 50°, l'effet de la profondeur de la couche d'eau au-dessus du sable pour favoriser l'évaporation, devient encore plus apparent.

### § 8. — *De l'évaporation de l'eau salée comparée à celle de l'eau douce.*

Si l'on compare l'évaporation de l'eau distillée avec celle d'eau renfermant trois pour cent de sel marin (salure moyenne de la mer), on remarque que la première, toutes les autres circonstances restant les mêmes, s'évapore plus rapidement que la seconde. Ce résultat était facile à prévoir à cause de l'adhésion bien connue de l'eau pour le sel marin; mais comme il n'existe pas, à ma connaissance, des données précises à ce sujet, j'indiquerai ici brièvement les résultats que j'ai obtenus.

Deux vases cylindriques en verre, parfaitement semblables sous tous les rapports, et renfermant, le premier

330 grains d'eau distillée, et le second, la même quantité d'eau salée, ont été exposés à l'évaporation à l'air libre à une température qui a varié pendant la durée de l'expérience de 15° à 22°. Au bout de neuf jours, il s'était évaporé 174,2 grains d'eau du vase d'eau distillée, et 156 grains seulement du vase d'eau salée. Un troisième vase, semblable aux précédents, et contenant la même quantité d'eau salée mêlée avec du sable, en a laissé évaporer 159 grains dans le même temps; c'est-à-dire, un peu plus que l'eau salée seule sans sable, mais beaucoup moins que l'eau distillée. En substituant des vases de porcelaine à ceux en verre, la différence entre la rapidité de l'évaporation de l'eau douce et de l'eau salée devient moins apparente, quoique cependant elle continue toujours à se manifester.

Si l'on expose les vases, soit de verre, soit de porcelaine, à une température plus élevée, la différence entre l'évaporation de l'eau douce et de l'eau salée paraît aller en augmentant. C'est ainsi qu'un vase de porcelaine renfermant 380 grains d'eau distillée, exposé à l'évaporation à une température de 35°, a perdu en 19 heures 146 grains de son poids primitif, tandis qu'une même quantité d'eau salée, placée dans les mêmes circonstances, n'en a perdu que 130 grains. La cavette du poêle dans laquelle les vases étaient renfermés ayant été portée à la température de 50°, il s'est évaporé en 20 heures, de deux vases parfaitement semblables, 250 grains d'eau distillée, et 217 grains seulement d'eau salée. L'adhésion de l'eau pour le sel va donc en augmentant avec la température, ce qui ne doit pas étonner, puisque nous savons que l'eau dissout plus facilement le sel à chaud qu'à froid. Il serait intéressant de constater si, dans le cas d'un

sel plus facilement soluble à froid qu'à chaud, le phénomène inverse a lieu.

---

En terminant, je résumerai brièvement les principaux résultats qui me paraissent ressortir de ce travail.

1° Un liquide, tel que de l'eau ou de l'alcool, exposé à l'air dans un vase ouvert, est toujours plus froid que l'air ambiant. La différence entre la température du liquide et celle de l'air dépend, toutes les autres circonstances étant les mêmes, de la température de l'air ambiant. Plus cette température est élevée, plus la différence entre la température de l'air et celle du liquide est considérable.

2° La température de l'eau ou de l'alcool, ainsi que la rapidité, plus ou moins grande, avec laquelle ils s'évaporent, varient, toutes les autres circonstances restant les mêmes, suivant la nature du vase dans lequel ces liquides sont renfermés. Les différences qu'on remarque à cet égard tendent à s'accroître à mesure que la température de l'air ambiant s'élève.

3° Toutes les autres circonstances restant les mêmes, et en particulier, les surfaces des liquides soumis à l'évaporation étant parfaitement identiques, la masse, ou profondeur du liquide paraît agir, dans certaines limites, pour favoriser l'évaporation.

4° De l'eau mélangée avec certaines substances pulvérulentes, et en particulier, avec du sable siliceux, de manière que, non-seulement le sable en soit complétement saturé, mais qu'il surnage au-dessus de ce sable une couche liquide de quelques millimètres d'épaisseur, s'évapore plus rapidement à l'air libre que la même quan-



tité d'eau seule. Il en résulte, ainsi que l'on devait s'y attendre, que toutes les autres circonstances restant les mêmes, la température d'une quantité donnée d'eau, mélangée avec du sable et exposée à l'évaporation à l'air libre, est inférieure à celle d'une même surface d'eau exposée *seule* dans les mêmes circonstances. La différence en question varie assez notablement suivant la nature du vase dans lequel l'expérience a lieu ; elle dépasse cependant rarement dans aucun cas un *demi-degré*.

5° De l'eau contenant du sel marin, à peu près dans la même proportion que l'eau de mer, s'évapore moins rapidement, et partant, produit par son évaporation un froid moins considérable que de l'eau douce placée dans les mêmes circonstances.

Qu'il me soit permis de remarquer, en terminant, que les résultats consignés dans les § 6 et 7, confirment en tous points l'opinion émise par M. de la Rive sur les causes de l'apparition des anciens glaciers. En admettant, en effet, comme démontré, que l'évaporation est plus rapide, et partant, le froid produit plus intense, lorsque l'eau qui s'évapore est mélangée avec de la terre, du sable, ou des débris de matière végétale, pour lesquels ses particules ont moins d'adhésion qu'elles n'ont de cohésion les unes pour les autres, il devient facile de comprendre, que le froid provenant de l'évaporation opérée à la surface des terrains émergés, mais encore très-humides, a dû être plus grand que celui auquel donnait lieu cette même évaporation à l'époque où l'eau recouvrait tous ces terrains à une grande profondeur.

---

## Histoire naturelle des insectes fossiles. Analyse et discussion de quelques travaux récents de M. le professeur O. Heer [1].

L'histoire des insectes fossiles est restée jusqu'à présent fort en arrière des autres parties de la paléontologie. La délicatesse de ces animaux, la faiblesse de leurs téguments, leur petite taille, la vie aérienne du plus grand nombre ont rendu rare leur conservation dans les couches terrestres, et tandis que les mollusques ou les zoophytes ont laissé leurs débris dans presque tous les terrains stratifiés, les insectes ne se trouvent pour ainsi dire que dans quelques gisements exceptionnels.

Quelques découvertes ont cependant suffi pour montrer que leur histoire paléontologique présente un intérêt réel et des caractères spéciaux. Quoique cette histoire soit encore pleine de lacunes, on peut essayer d'en constater les points principaux. Nous avons précédemment attiré l'attention de nos lecteurs [2] sur les insectes de l'ambre qui ont fourni des documents d'autant

[1] Les travaux de M. Heer, dont nous parlons dans cet article, sont les suivants : *Die Insekten Fauna der tertiaer Gebilde von OEningen und von Radoboj*, dans les nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles, tome VIII et tome XI (1847 à 1850) ; *Zur Geschichte der Insekten*, dans le Journal de Leonhard et Bronn, 1850, p. 16, article traduit dans le *Quartely Journal of the Geological Society ;* et un mémoire sur les insectes du lias d'Argovie publié dans un fascicule intitulé : *Zwei geologische Vorträge*, par A. Escher et O. Heer. Zurich, 1852, in-4°.

[2] *Bibl. Univ.* (*Archives*), 1846, tome II, page 15.

plus importants que leur admirable état de conservation permet des déterminations plus exactes. Depuis lors, M. Heer a étudié avec un grand soin les riches gisements d'Œningen et de Radoboj et ajouté à l'histoire des insectes des terrains tertiaires, des faits nombreux et bien constatés, qui ont, on peut le dire, donné une impulsion toute nouvelle à cette branche de la science. Le même auteur vient de décrire les insectes d'un gisement bien plus intéressant encore à cause de sa haute antiquité, ceux du lias d'Argovie, dont la plupart aussi sont conservés de manière à permettre d'apprécier avec certitude leurs rapports avec les insectes du monde actuel.

Ces travaux, qu'il nous est impossible d'analyser en détail, car ils consistent surtout en descriptions, ont conduit M. Heer à quelques résultats généraux qui nous paraissent de nature à intéresser nos lecteurs. J'ai pris la liberté de joindre à cette analyse une discussion d'une partie d'entre eux, parce que je n'ai pas pu partager tout à fait les idées de M. Heer sur un point essentiel. Je dois ajouter, d'ailleurs, que je suis parfaitement d'accord avec lui sur tout le reste.

L'histoire des insectes fossiles fournit en premier lieu une confirmation complète de la loi de spécialité des fossiles. Aucun d'eux n'a été jusqu'à présent trouvé identique à une espèce actuelle. L'immense variété de formes de cette classe, et le nombre considérable des êtres qui la composent donnent un intérêt spécial à ce fait.

La comparaison des insectes fossiles des gisements les mieux étudiés, s'accorde aussi avec l'étude des autres classes pour prouver des modifications dans la température de l'Europe. La distribution des genres, la dimension des espèces et leur proportion, donnent aux faunes

anciennes des insectes des caractères qui rappellent des climats plus chauds que ceux des pays où elles sont maintenant conservées. M. Brodie et M. Curtis ont démontré ce fait pour les terrains jurassiques d'Angleterre, M. Heer pour les dépôts jurassiques et tertiaires de la Suisse, et tous ceux qui se sont occupés de l'ambre de Prusse ont été frappés de sa généralité.

On peut aussi en tirer une confirmation de la loi qui établit que les groupes qui ont apparu dans l'origine ont eu des formes peu variables pendant des périodes relativement longues, et que ceux au contraire qui ont une origine plus récente ont parcouru la série des modifications d'une manière plus rapide. Les familles d'insectes (Libellulides, Locustides, Blattes, Tipules, etc.,) qui ont paru dans l'époque primaire ou dans le commencement de l'époque secondaire, sont représentées dans les terrains tertiaires par des espèces très-voisines des vivantes. Les groupes, au contraire, dont l'origine ne remonte pas au delà de cette époque tertiaire (abeilles, etc.) diffèrent beaucoup plus de la faune actuelle.

Je dois faire remarquer ici que les modifications éprouvées par les insectes pendant la série des périodes géologiques ne paraît pas très-intense. Ils ressemblent plus sous ce point de vue aux mollusques qu'aux poissons. Comme chez les premiers, les formes génériques paraissent avoir eu souvent une longue durée. Les insectes du lias d'Argovie présentent plusieurs genres identiques à ceux qui vivent aujourd'hui, fait fréquent dans les mollusques et qui ne se présente jamais dans l'histoire des poissons. Aucun genre actuel de cette dernière classe ne se retrouve dans des époques aussi anciennes.

On peut observer encore que les groupes d'insectes

qui sont les plus anciens, sont aussi ceux dont la dispersion géographique est la plus grande. M. Heer cite comme preuves quelques genres de diptères (*Mycetophila*, *Syrphius*, etc.,) qui ont apparu de bonne heure et dont les espèces vivent aujourd'hui à la fois en Europe, en Amérique et en Asie.

M. Heer a fait remarquer avec raison que le développement des insectes doit nécessairement avoir été influencé par celui du règne végétal. Les grandes forêts de l'époque primaire, dans lesquelles les botanistes ont surtout reconnu des fougères en arbres, des mousses et des équisétacées, n'ont pas pu abriter les insectes qui ne peuvent vivre que du suc des fleurs. Il n'est donc pas étonnant que les plus anciens débris de cette classe aient appartenu à des genres qui vivent en mangeant les feuilles des plantes (sauterelles, blattes, etc.), ou le suc des tiges. Ce n'est qu'avec l'époque tertiaire que les plantes dicotylédones ont pris leur grand développement, ce n'est aussi que dans cette époque que l'on a constaté l'existence d'insectes floraux abondants (abeilles, etc.)

Le même auteur voit dans l'histoire paléontologique des insectes quelques preuves en faveur de la loi du perfectionnement graduel. L'examen des faits connus et la discussion des arguments avancés par ce savant entomologiste m'ont amené à croire, au contraire, que cette loi ne s'applique pas ou s'applique très-imparfaitement aux insectes fossiles. Il m'a semblé que les considérations par lesquelles j'ai cherché ailleurs[1] à la restreindre en faisant apprécier sa véritable valeur, trouvent ici leur confirmation.

[1] Traité de Paléontologie, 2me édition, tome I, page 62.



M. Heer se fonde principalement sur ce que le développement des insectes à métamorphoses incomplètes a précédé celui des insectes à métamorphoses complètes, et sur ce que ces derniers sont les plus parfaits. Reprenons ces divers points pour en discuter la portée.

Et d'abord, les insectes à métamorphoses complètes ont-ils en réalité une supériorité sur les autres? Elle serait incontestable si ces deux catégories d'insectes passaient par les mêmes phases de développement, et que l'une s'arrêtât plus vite que l'autre, ne parcourant qu'une partie de la série des modifications des formes. Ainsi nous n'hésitons pas à considérer les poissons à corde dorsale persistante comme plus imparfaits que les poissons à colonne épinière ossifiée. Mais dans les insectes c'est l'état de l'être au sortir de l'œuf qui présente des différences, tandis que le terme supérieur de la série est le même. L'insecte à métamorphoses incomplètes est agile au sortir de l'œuf, et a ses formes d'insecte normal, sauf les ailes; il n'a par conséquent pas besoin de grandes modifications pour arriver à l'état parfait, il ne passe pas par l'état de nymphe immobile. L'insecte à métamorphoses complètes, a, au sortir de l'œuf, une forme de ver, ses organes locomoteurs sont très-faibles, ses sens sont peu développés, son système nerveux est très-uniforme; il n'a rien des caractères de l'adulte et il est très-loin de la perfection. Il a donc beaucoup à faire pour arriver à ses formes définitives, il doit passer par un second état de formation et être pendant quelque temps une nymphe immobile. La comparaison de ces deux séries montre donc un point de départ différent et un point d'arrivée semblable. Les insectes à métamorphoses complètes et ceux à métamorphoses incomplètes

sont *également parfaits* à l'état adulte, les premiers sont *plus imparfaits* au sortir de l'œuf. Pourquoi en conclure leur perfection relative plus grande? Quelques exemples montreront, je crois, le contraire. La libellule et le fourmi-lion sont évidemment de même organisation à l'état adulte, est-il bien rationnel de considérer la première comme plus imparfaite parce que sa larve ressemble davantage à l'insecte ailé? La supériorité des mouches sur les sauterelles résultera-t-elle de ce que la larve vermiforme de la mouche est incomparablement plus imparfaite que la jeune sauterelle au sortir de l'œuf?

Je dois dire en second lieu que l'apparition relativement récente des insectes à métamorphoses incomplètes ne me paraît pas encore suffisamment établie.

La faune entomologique la plus ancienne dont nous ayons connaissance est celle du terrain carbonifère. Elle n'avait été jusqu'à présent connue que par quelques ailes qui paraissent avoir appartenu à des Blattes, par une aile réticulée attribuée par Audouin à une Corydale et par des Charançons. A ces types, M. Goldberger [1] vient d'ajouter quelques autres Blattes, un Orthoptère du genre Grillacris, deux Termès et un genre nouveau de Sialides, celui des Dictyophlebia. Si on ne conteste pas ces déterminations, il y aurait, dans l'époque primaire, trois genres faisant partie de la division qui a des métamorphoses complètes. Je reconnais que ce sont précisément ceux dont les caractères sont les plus douteux; il me semble cependant difficile d'établir qu'aucun n'appartienne à ce groupe.

[1] Ces nouvelles découvertes ne sont encore connues que par un extrait inséré (sans planches) dans les *Sitzungs Berichte der Kais. Akad. der Wissenschaften*. Wien, octobre 1852, tome IX, p. 38.



Les Charançons sont connus par des échantillons fort médiocres; M. Curtis décrit toutefois leurs élytres et ne doute pas qu'ils ne soient des Coléoptères. Le genre indiqué sous le nom de *Dictyophlebia* ressemble aux Corydales et aux Chauliodes par ses nervures longitudinales qui sont les plus essentielles, et aux Libellules par le grand nombre des transversales. A-t-il eu les métamorphoses complètes des premiers ou les incomplètes des derniers? C'est ce qui est difficile à décider d'une manière tout à fait certaine. Faisons toutefois observer que M. Goldberger l'associe aux Sialides, et résout ainsi la question en faveur de la première supposition qui est, en effet, la plus vraisemblable. On peut en dire probablement autant de la prétendue Corydale, qui paraît avoir des analogies avec la Dictyophlebia. Ces documents imparfaits ne peuvent guère d'ailleurs faire préjuger de l'ensemble de la faune de cette époque; et ils me semblent insuffisants pour autoriser encore une affirmation positive.

La faune la plus ancienne sur laquelle on puisse raisonner avec quelque sécurité est celle du lias. Or, elle est riche en Coléoptères et en Diptères, ordres à métamorphoses complètes. C'est ce qui résulte évidemment des ouvrages de M. Brodie, et de l'excellente description donnée par M. Heer lui-même des insectes du lias d'Argovie.

Il ne reste donc, pour justifier le perfectionnement graduel, que la proportion qui peut exister entre les divers ordres, et il est bien possible qu'il ait été plus favorable dans l'origine aux insectes à métamorphoses incomplètes qu'à ceux qui ont des métamorphoses complètes. En combattant l'idée absolue du perfectionnement graduel chez les insectes, je suis loin de vouloir établir que les rapports entre ces deux divisions aient été constants, je

crois seulement que l'on ne peut pas dire que les organismes imparfaits aient constamment précédé les plus parfaits, et je veux surtout éloigner l'idée que ces derniers soient provenus des autres par voie de génération normale et qu'ils en soient le perfectionnement réel.

Je dois d'ailleurs faire observer que quoique l'histoire des insectes fossiles ait fait de grands progrès et qu'elle permette d'apprécier déjà en partie le développement proportionnel des ordres et des divisions inférieures; elle n'est pas assez avancée pour que l'on puisse arriver à cet égard à des résultats complets. M. Heer, à qui l'on doit la plus grande partie de ces progrès, l'a bien senti lui-même et a prémuni ses lecteurs contre la tendance d'attribuer une certitude trop grande à ces premiers essais de généralisation.

Si l'on compare les divers gisements où sont contenus les insectes fossiles, on verra facilement que leur mode de formation a dû influer sur le rapport numérique des ordres, bien plus que cela n'a lieu pour la plupart des autres classes. Lorsqu'on connaît une certaine quantité de poissons ou de mollusques d'une époque géologique, on peut raisonnablement supposer que la proportion entre les divers groupes est approximativement la même qu'elle serait si on connaissait tout l'ensemble de la faune. Mais il n'en est plus ainsi si l'on étudie les insectes fossiles. Les dépôts formés au bord des eaux ne contiendront pas les mêmes espèces que l'ambre qui a découlé des troncs d'arbres; la proportion des ordres ne sera donc pas la même si on compare ces deux gisements, et chacun différera probablement sous ce point de vue de l'ensemble de la faune. Les dépôts d'eau douce renfermant une plus grande proportion d'insectes aqua-

tiques et l'ambre étant, au contraire, riche en espèces de petite taille, qui ont l'habitude de voltiger autour des végétaux ou de grimper sur les troncs.

C'est ce dont il facile de se convaincre par les chiffres suivants :

Les Hydrocanthares et les Palpicornes réunis (coléoptères aquatiques), comparés à la faune actuelle des coléoptères d'Europe en forment environ 3 $^1/_2$ pour cent. Ils font 10 pour cent de celle d'Œningen, et contribuent par contre à peine à la faune de l'ambre dans la proportion de 2 pour mille.

En réunissant de même les coléoptères à étuis mous qui vivent sur les fleurs, qui s'approchent peu des eaux, et qui, par leur faiblesse même, ont dû être facilement pris par une résine coulante, on arrive à des résultats inverses. Les Malacodermes et les Trachélides réunis forment 9 à 10 pour cent de la faune européenne actuelle, 2 pour cent de celle d'Aix, 6 pour cent de celle d'Œningen et près de 30 pour cent de celle de l'ambre.

Les Carabiques, au contraire, dont un petit nombre seulement sont aquatiques, et dont la plupart des espèces ne s'approchent pas non plus des troncs d'arbres, sont rares à l'état fossile. Ils forment 13 à 14 pour cent de la faune actuelle de l'Europe, 6 pour cent de celle d'Aix, 5 pour cent de celle d'Œningen et moins de 3 pour cent de celle de l'ambre. On pourrait multiplier beaucoup ces comparaisons. Elles suffisent pour montrer que la nature du gisement influe considérablement sur la proportion des ordres, et que par conséquent il est difficile d'estimer leur véritable rapport dans les époques antérieures à la nôtre.

Mais malgré cette difficulté, il y a quelques faits assez

frappants pour qu'on soit en droit d'y attacher une importance réelle. Ainsi, parmi les coléoptères la faune d'Œningen est remarquable par le grand développement[1] des Sternoxes, qui forment 26 pour cent de l'ensemble des coléoptères connus dans ce gisement, tandis qu'ils ne font que 5 pour cent de la faune européenne en y comprenant même le bassin méditerranéen. Le groupe des buprestes surtout frappe dans cette faune d'Œningen par son abondance, par la grande taille des espèces et par leur ressemblance avec celles des pays chauds. Il est très-remarquable aussi dans le lias d'Argovie, où il présente des espèces qui rappellent d'une manière étonnante les grands buprestes américains.

On est frappé, quand on considère les *Hyménoptères* de l'ancien monde, de l'abondance extrême des fourmis, à l'époque tertiaire. M. Heer a décrit soixante-six espèces d'Œningen et de Radoboj ; elles sont nombreuses aussi dans les lignites d'Aix-la-Chapelle et dans l'ambre, de sorte que le nombre total des espèces tertiaires s'élève à environ cent. Cette richesse d'espèces paraît surprenante quand on réfléchit que, dans le monde actuel, nous ne connaissons guère que quarante espèces de fourmis. Les fourmis sont particulièrement abondantes à Radoboj, on y trouve des pierres absolument couvertes de ces insectes et quelquefois six espèces différentes reposent confusé-

[1] Les sternoxes provenant en général de larves qui rongent le bois, on pourrait être tenté de lier leur grande abondance avec le développement prodigieux des forêts anciennes. Mais M. Heer a fait remarquer avec raison que les autres coléoptères xylophages auraient dû être tout aussi abondants, si cette cause avait été la principale. Or cela n'a pas lieu, et les longicornes, par exemple, sont dans toutes les époques géologiques moins fréquents à proportion que de nos jours.



ment sur la même. Quelle végétation luxurieuse a dû exister pour fournir de la nourriture à de telles myriades, et quelles multitudes vivantes devaient couvrir ces anciennes contrées. Les autres hyménoptères, en revanche, étaient plus rares. M. Heer n'a trouvé que deux espèces de guêpes fouisseuses, dont l'une est d'une taille remarquable et gigantesque, et neuf espèces d'*Ichneumonides*, groupe qui forme actuellement la majorité parmi les hyménoptères. Ce fait, du reste, se lie au peu de développement des *Lepidoptères;* beaucoup d'Ichneumons dépendent de cet ordre d'insectes, puisqu'à l'état de larve ils habitent le corps des chenilles. M. Heer n'a trouvé que sept espèces de papillons à Radoboj et deux à Œningen. Il n'est donc pas étonnant qu'on y trouve aussi peu d'ichneumons. Les guêpes et les abeilles étaient encore plus rares.

Parmi les diptères, ceux dont les larves habitent dans la terre, tels que les *Bibiones*, s'offrent en extrême abondance. On connaît déjà trente-quatre espèces de ces bibionides, tandis que l'Europe centrale tout entière n'en nourrit aujourd'hui que quarante-quatre. Il faut remarquer que, sur ces trente-quatre espèces, vingt-deux seulement appartiennent au genre *Bibio* (dont on ne connaît d'ailleurs que dix-huit espèces européennes et onze américaines); deux espèces appartiennent au genre brésilien *Pleceia*, et onze espèces à deux genres nouvellement établis spéciaux et éteints. On n'a trouvé, à l'état fossile, aucun *Clitellaria*, aucun *Tabanide*, ni aucune mouche parasite des animaux à sang chaud. Les *Asilidæ*, au contraire, existaient alors, elles poursuivent aujourd'hui les autres mouches, sucent leur sang, et pouvaient sans doute vivre alors de la même manière.

L'ordre des diptères comprend deux grandes divisions



naturelles, les *Nemocères* et les *Brachocères*. La première forme actuellement environ $^1/_7$ et la dernière $^6/_7$ des espèces. Les némocères ont apparu les premiers et ont été suivis un peu plus tard par les brachocères, qui forment seulement $^1/_4$ à $^1/_3$ des faunes d'Œningen, de Radoboj, d'Aix et de l'ambre. Cette prédominance est assez constante dans tous les gisements pour montrer que la proportion ne dépend pas de causes locales, mais que les némocères sont réellement les plus anciens des diptères. A ce fait en correspond un autre ; c'est que *tous* les diptères connus de l'époque wealdienne (15 espèces) appartiennent aux némocères, *aucun* aux brachocères. Le peu d'échantillons que nous connaissons des roches jurassiques sont malheureusement si mal conservés qu'on ne peut arriver à aucune détermination exacte.

Il ne paraît pas, du reste, difficile d'expliquer pourquoi les némocères sont apparus les premiers et ont fourni jusqu'à nos jours la majorité des espèces. Les brachocères vivent surtout sur les ombellifères et les composées, tandis que les némocères voltigent autour des bois et des buissons, et affectionnent les endroits humides ou marécageux. Leurs larves vivent en partie dans l'eau, en partie dans des fonds de bois humides, dans le bois pourri et un grand nombre dans les champignons charnus ; tandis que les larves des brachocères habitent surtout les fleurs, les fruits, les graines, ou les racines des plantes herbacées. Or tout paraît démontrer que pendant l'époque tertiaire la terre était principalement occupée par des plantes arborescentes, et qu'elle était couverte de forêts immenses, sombres et humides, coupée de ruisseaux et de ravines, ce qui réalise les conditions les plus favorables pour les diptères némocères.

Parmi les insectes à métamorphoses incomplètes, on peut remarquer le grand développement des *Libellules* et des *Termès*. Les premières ont commencé de bonne heure dans la période jurassique et se sont continuées jusqu'à nos jours. Les Termès sont plus remarquables encore. Ces insectes abondants aujourd'hui dans les régions intertropicales l'ont été aussi à Œningen, dans l'ambre, etc., et ont atteint des dimensions considérables.

Les *Orthoptères* paraissent très-anciens à la surface de la terre; les blattes ont été représentées par plusieurs espèces pendant l'époque carbonifère, et les terrains jurassiques renferment des sauterelles et des grillons.

Je terminerai cette esquisse des travaux les plus récents sur les insectes fossiles en disant quelques mots des observations spéciales qu'a faites M. Heer sur le lias d'Argovie près de Müllingen.

Le gisement qui a été décrit par notre savant compatriote, est un dépôt où sont mélangées des espèces marines et des espèces terrestres, formant un ensemble qui a tous les caractères de formations littorales. Ces espèces terrestres mélangées aux marines, ont dû nécessairement être apportées par un courant d'eau se jetant dans la mer. La parfaite conservation des insectes prouve qu'ils n'ont pas été amenés de loin, et la découverte d'oursins qui ont conservé leurs piquants, montre que des animaux marins ont vécu sur le rivage lui-même. On peut en conclure que ces dépôts ont eu lieu dans un golfe tranquille, abrité contre les tempêtes de la mer, dominé par des collines qui ont nourri à la fois des végétaux et des insectes, et desquelles coulaient une rivière qui a servi à en transporter les débris. L'extension des formations marines qui l'entourent rendent probable que cette terre émergée était une île.

Les végétaux dont on a trouvé les restes dans ce gisement, sont des palmiers, des fougères, des cycadées, des équisétacées, des bambous, etc.

Les insectes qui, comme nous l'avons dit, sont admirablement conservés, appartiennent en grande majorité aux coléoptères et en assez grande quantité aux genres d'eau douce. Ils confirment ainsi l'existence probable d'un fleuve, car ils appartiennent à des genres dont aucun ne supporte l'eau de la mer. Cette hypothèse reçoit une nouvelle démonstration de la richesse des dépôts marneux qui entourent ces débris, et qui doivent avoir été formés là où le fleuve arrivait dans une mer tranquille.

L'existence probable d'un fleuve et celle des insectes d'eau douce, prouvent que l'île a dû avoir un contour assez considérable, car nous savons que toutes les petites îles océaniques ne possèdent que très-peu d'insectes aquatiques. Madère et les autres îles canaries en sont un exemple; les ruisseaux sont trop peu nombreux et se dessèchent trop constamment en été pour en nourrir beaucoup. Il faut à une île une certaine étendue pour avoir de véritables rivières, et en faisant la part de la possibilité que l'époque du lias ait été plus humide que ne l'est le climat des Canaries, on peut en conclure que l'île du lias s'étendait sur une grande partie de la Suisse, quoiqu'il soit impossible aujourd'hui d'en fixer les limites.

Les insectes terrestres semblent démontrer, comme nous l'avons dit plus haut, l'existence d'une température plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui en Suisse. Les buprestides surtout sont remarquables par leurs formes tropicales. Leur développement se liait probablement à celui des végétaux ligneux; et, sauf une ou deux exceptions, ils ne présentaient rien de remarquable dans leur taille.

La classe des mollusques est représentée dans ce gisement par des cardium, des pecten, des plagiostomes et des modioles. Les crustacés macroures y sont assez nombreux et offrent à la fois des formes marines et des formes fluviatiles. Les poissons sont peu connus, et on n'a découvert encore aucun amphibie marin, mais bien un ptérodactyle.

M. Heer fait une description poétique des aspects de l'île liasique. Il se suppose sur une hauteur, au bord de la mer, à l'ombre des palmiers. L'air du matin bruit à travers leur feuillage Les collines sont couronnées de cycadées et de conifères qui abritent des fougères à longues feuilles et des champignons. Une rivière serpente entre de hauts roseaux et des pins aquatiques. Sur ses eaux voltigent des insectes de rivage, tandis que d'éclatants buprestes bourdonnent entre les branches. Les eaux tranquilles du golfe ont recueilli sur leur surface des insectes morts, des feuilles, etc., apportées par le fleuve, qui se déposent avec la vase. Des poissons à écailles brillantes jouent au soleil, des crustacés rampent sur le fond et de grosses ammonites cherchent leur nourriture sur les herbes marines. « Ce tableau, dit M. Heer, est plus chaud et plus aimable que celui de l'époque carbonifère; l'atmosphère est plus transparent, moins chargé d'acide carbonique. Il n'y manque que l'abondance de fleurs du monde actuel, et la nature silencieuse n'est troublée que par le cri des sauterelles. »

L'auteur termine en analysant les changements probables qui ont amené graduellement l'état actuel du globe.

F.-J. Pictet.



## Sur la loi électrolytique, par H. Buff [1].

La loi de l'action électrolytique dans les corps solides a été sinon contestée par plusieurs physiciens, du moins considérée par eux-mêmes comme n'étant point rigoureusement démontrée. D'autres ont prétendu qu'elle n'était qu'approximativement exacte ; c'est dans ce dernier sens que se sont prononcés par exemple Martens [2], Schœnbein [3] et de la Rive [4]. Jacobi, qui a publié l'an dernier seulement quelques expériences sur la décomposition du sulfate de cuivre par le moyen de l'électricité, incline à penser que la force de cette action dépend du degré de concentration de la solution. Le célèbre auteur de la loi électrolytique a aussi reconnu, dans la douzième série de ces Recherches expérimentales, sur l'électricité, la possibilité que des corps électrolytiques à l'état liquide conduisent, sans être décomposés, des courants électriques d'une énergie très-peu considérable, et en tout cas au-dessous d'un certain degré, qui varie dans les divers liquides décomposables.

La décomposition électro-chimique qui donne naissance à des corps solides, en tant qu'elle a rigoureusement lieu, offrant un excellent moyen de fixer l'unité de la quantité d'électricité, unité qui coïnciderait alors

[1] *Ann. der Chemie und Pharm.*, vol. 85; 1er cahier.
[2] *Poggend. Ann.*, LVIII, p. 234 ; *Institut*, 1850, p. 30.
[3] *Poggend. Annal.*, XLIII, page 238.
[4] *Poggend. Ann.*, LIV, page 403.

avec celle de la force chimique, il m'a paru d'un grand intérêt de déterminer par des mesures exactes, les limites dans lesquelles se vérifie la loi de Faraday. A la suite de recherches faites dans ce but, je crois pouvoir admettre comme démontré que, même les plus faibles quantités d'électricité ne peuvent pas se mouvoir à travers un liquide décomposable par l'électricité sans en décomposer un équivalent.

Selon l'opinion générale, je considère comme électrolyte toute combinaison chimique qui, comme l'eau, l'acide hydrochlorique, le chlorure de plomb, etc., est formée par un radical électro-positif déposé par l'action du courant sur le pôle négatif, et d'un radical électro-négatif dégagé au pôle positif. Ainsi le sulfate de cuivre se compose du radical positif Cu, et du radical négatif $SO_4$ ; le nitrate d'argent est formé du radical positif Ag, et du radical négatif $NO_6$ ; le sulfate d'ammoniaque, du radical positif $NH_4$ et du radical négatif $SO_4$, etc. Il résulte de là qu'il faut admettre l'existence d'une action électrolytique identique, soit que le courant dégage de l'eau une quantité d'hydrogène H, ou le radical Ag d'une solution d'argent, ou le radical $NH_4$, d'un sel ammoniacal, etc.

Maintenant, la question que je me suis proposé de résoudre, est de savoir si l'existence de cette action de l'électricité dépend d'un certain degré d'énergie dans l'intensité du courant, ou si elle se manifeste aussi sous l'influence des courants les plus faibles, et cela avec une énergie proportionnelle à celle de ces courants.

Afin de pouvoir employer pour des opérations électrolytiques des courants peu énergiques, et en même temps extraire du liquide de décomposition une quantité

de substances suffisante pour être appréciée à la balance, il était nécessaire d'avoir besoin d'un circuit électrique capable de fournir, au moins durant plusieurs jours, de faibles courants dont la force fût complétement invariable. Aucune des piles galvaniques connues ne peut remplir complétement ce but. Cependant, comme cet inconvénient provient dans les piles à effet constant plutôt des actions secondaires que du principe sur lequel elles sont construites, j'ai cherché à neutraliser le plus possible ces influences fâcheuses, et j'ai réussi de la manière la plus complète en faisant une modification à la pile de Daniell.

Cette pile est déjà légèrement altérée par le fait que l'acide sulfurique qui entoure le zinc se transforme peu à peu en sulfate de zinc. Mais on obvie aisément à cet inconvénient, en remplissant tout d'abord de sulfate de zinc l'auge dans laquelle plonge ce métal. On augmente, il est vrai, par là la résistance de conductibilité, mais d'une quantité vraiment sans importance dans un courant qui d'ailleurs doit parcourir un très-long circuit. La cause principale du manque de constance dans la pile de Daniell, pour ce qui concerne les courants très-faibles, mais de longue durée, se trouve dans le passage qui se fait peu à peu, par endosmose, de la solution de cuivre dans celle de zinc. Dans cette opération, non-seulement le cuivre se précipite par la voie chimique ordinaire, et en même temps son équivalent en zinc est perdu pour l'effet électrique, mais le cuivre déposé sur la face de zinc modifie aussi à sa surface l'état du métal électro-positif en donnant en même temps lieu à des courants secondaires qui accélèrent considérablement le dépôt du cuivre, ainsi que la

perte du zinc. Ce sont aussi ces courants locaux qui font que les pores de l'auge d'argile se remplissent de cuivre à l'état métallique, et que ce métal finit par se montrer même sur la face extérieure de l'auge.

L'appareil dont je vais donner la description m'a permis d'amoindrir considérablement l'influence de l'endosmose. Un vase de verre, dont le bord est poli, reçoit un couvercle fermant très-bien, pourvu de trois ouvertures par lesquelles pénètrent trois tubes de verre cylindriques. Le tube qui passe par l'ouverture du milieu aussi grande que possible, est fermé en bas par une vessie. Des deux autres tubes, l'un plonge dans une couche de mercure qui recouvre le fond du vase; l'autre, ouvert, comme le précédent, à son extrémité inférieure, descend jusqu'à une très-faible distance au-dessus de la surface du mercure. On remplit le vase de sulfate de zinc jusqu'à une auteur telle que ce liquide doive baigner la cloison poreuse du gros tube central qui est plus élevé que les autres. On verse dans ce dernier une solution de cuivre, remplie de morceaux de sulfate de cuivre. Si l'on plonge dans ce liquide une lame de cuivre ou seulement un fil de cuivre, puis que l'on plonge un fil de zinc dans le tube qui pénètre jusqu'au mercure, que l'on réunisse ensuite le fil de cuivre et le fil de zinc, par un conducteur, il se développe un courant d'une constance parfaite, car il se dissout toujours, dans le mercure, exactement la quantité de zinc nécessaire pour entretenir une action uniforme.

Moyennant cette disposition donnée à l'appareil, l'endosmose est, sinon entièrement écartée, du moins extrêmement ralentie, par le fait que la dissolution du sulfate de zinc se fait plus difficilement que celle du sulfate



de cuivre. Le fil de zinc s'abaisse dans le vase à mesure que son extrémité inférieure se dissout ; d'autre part, afin de pouvoir remplacer plus facilement le sulfate de cuivre, sans affecter le courant, le bouchon de liége qui supporte le cuivre a été partagé de manière qu'on pût en enlever une partie et obtenir ainsi une ouverture sans déplacer le cuivre. Au moyen du second tube latéral dont l'ouverture inférieure est un peu au-dessus du mercure, on peut, suivant le besoin, enlever une certaine quantité de sulfate de zinc et la remplacer par de l'eau.

Des batteries établies sur ce principe ont été en usage depuis le milieu de juillet, jusqu'au commencement d'octobre, sans que la plus petite altération se soit manifestée dans leur énergie, et sans qu'il ait été nécessaire de les démonter.

Une légère diminution dans le courant s'est fait apercevoir vers le milieu d'octobre. Un examen attentif a démontré qu'elle était due à un dépôt d'oxide de fer qui s'était fait dans les pores de la vessie, d'ailleurs encore parfaitement intacte. La force de courant que ces batteries sont capables de développer est plus que suffisante pour permettre de les appliquer, par exemple, au service des télégraphes électriques. Je ne doute pas non plus que, une fois éprouvée, sous ce rapport, elles ne fissent bientôt renoncer à toutes les autres. L'expérience suivante fait bien ressortir leurs avantages sur la pile ordinaire de Daniell.

Une pile de cette dernière espèce a été mise en relation avec l'un des fils d'un multiplicateur double ; elle a produit une déviation de 78°. Le circuit de la nouvelle pile décrite ci-dessus a été fermé avec l'autre fil du mul-

tiplicateur, et a produit une déviation de 77°,5. Les deux courants, cheminant simultanément en sens contraire chacun dans un fil, il en est résulté une déviation de 8°,2 due à l'excès d'énergie de la pile de Daniell. Mais cet excès s'est abaissé à 8° déjà au bout de deux heures, à 7°,5 au bout de vingt heures, et a continué à diminuer dans cette même progression. Neuf jours plus tard, cette pile ne donnait plus qu'un courant de 33°, tandis que le courant de l'autre pile était demeuré parfaitement constant. La consommation du zinc pour l'action électrolytique, avec un courant de cette énergie et pour une durée d'action de 13,095 minutes doit se monter à 164,6 milligrammes. Mais en réalité, il a été consommé dans la pile de la nouvelle espèce 1140 milligrammes de zinc, c'est-à-dire sept fois la quantité indiquée ci-dessus, et dans l'ancienne pile de Daniell même 27,700 milligrammes, soit 168 fois cette même quantité. Ces grandes pertes sont dues à des actions locales ; par conséquent, avec des courants plus énergiques, elles auraient été proportionnellement moindres.

La pile galvanique, d'une grande constance, dont j'ai donné plus haut la description, a été exclusivement employée aux expériences suivantes. Le même couple a servi pendant toute une série de recherches qui a duré plusieurs mois, sans que jamais il ait fallu le démonter, et en général il n'y a pas été fait le plus léger changement, sauf d'ajouter de temps en temps quelques petiss morceaux de sulfate de cuivre.

Afin de connaître le rapport de l'action électrolytique à la force de courant, j'ai pris pour liquide de décomposition une solution de nitrate d'argent neutre. Deux lames d'argent y étaient plongées, en sorte que, sous

l'influence du courant, il se détachait de l'une de l'argent qui allait se déposer sur l'autre en traversant le liquide. Le professeur Liebig a eu l'obligeance de préparer à un état de parfaite pureté chimique, soit l'argent métallique, soit la solution d'argent, tout exprès pour mes expérienees.

On a fait varier la force du courant en introduisant dans le circuit des fils de longueur variable. Les deux fils dont on faisait usage étaient de cuivre, tout à fait semblables, très-minces et de longueur suffisante pour que chacun d'eux, séparément, produisît une résistance à la conductibilité égale à celle d'un fil d'argent, ayant 1,5 millimètre de diamètre et 1,800,000 mètres de longueur. On conçoit que, comparée avec une résistance aussi extraordinairement grande, celle de l'élément galvanique réunie à celle de l'auge de décomposition ne pouvait en être qu'une petite fraction. Selon que les deux fils $r$ et $r'$ étaient placés dans le circuit l'un à la suite de l'autre, qu'un seul s'y trouvait, ou que tous les deux étaient disposés l'un parallèle à l'autre, on obtenait trois courants dont l'énergie relative peut être représentée par les nombres 1, 2, 4.

Ces fils servaient en même temps de fils du galvanomètre multiplicateur, en sorte que, au moyen de la déviation produite sur l'aiguille, on était à chaque instant en état de contrôler le degré de constance du courant.

Voici les résultats de quelques expériences :

| | Longueur du fil. | Déviation de l'aiguille. | Durée du courant en minute. | Dépôt d'argent en milligrammes. Expérience. | Rapporté à 6000. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $r+r'$ | 78°,15 | 1756 | 38,3 | 130,93 |
| 2 | $r+r'$ | 78,15 | 2547 | 55,4 | 130,50 |
| 3 | $r$ | 78,13 | 1393 | 60,1 | 258,78 |
| 4 | $r'$ | 78 | 1411 | 60,95 | 259,17 |
| 5 | $^1/_2\, r$ | 83,5 | 720 | 62,2 | 518,33 |

Les déviations indiquées ici ne sont pas des moyennes, mais elles sont restées constamment les mêmes pendant toute la durée des expériences. Plus tard, alors que la pile galvanique servait depuis plusieurs mois, on a reconnu de temps en temps de faibles oscillations dans le cours des expériences, mais elles n'ont pas dépassé quelques dixièmes de degré. Au reste, la grande constance de la pile est démontrée par le résultat de l'électrolysation. Les quantités d'argent obtenues dans les deux premières expériences sont, on le voit, presque exactement proportionnelles au temps employé. Les expériences 3 et 4 fournissent par les résultats de l'électrolysation, une preuve de la complète égalité de longueur des fils $r$ et $r'$. On voit, en outre, qu'avec un fil d'une longueur moitié moindre, la quantité du dépôt d'argent obtenu dans l'unité de temps a été presque double. La petite différence qu'il y a est due à ce que les résistances de conductibilité de l'élément et de l'auge de décomposition ne pouvaient pas être considérées comme entièrement nulles. On peut calculer cette résistance au moyen des observations rapportées ci-dessus; elle se monte à environ $\frac{1}{130}$ de celle du fil formé par $r+r'$. En calculant d'après cela, ce que doivent être les résultats de l'électrolysation, l'on trouve :



| Résistance. | Temps. | Dépôt d'argent. |
|---|---|---|
| $r+r'+\rho$ | 2545′ | 55,50 milligr. |
| $r+\rho$ | 1411 | 61,03 » |
| $r/_2+\rho$ | 720 | 61,35 » |

Ces valeurs du dépôt d'argent s'accordent presque entièrement avec les résultats de l'expérience.

Ces expériences ont été faitet au commencement d'août. En les répétant vers la fin d'octobre, on a trouvé, comme il a été dit, la résistance de l'élément constant sensiblement augmentée. On en a déterminé la valeur également par l'électrolysation de la solution d'argent. Ajoutée à celle de l'auge de décomposition, on l'a désignée par $\rho$ dans le tableau suivant :

| Résistance totale du circuit. | Désignation de l'aiguille. | Durée du courant. | Dépôt d'argent en milligrammes. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Expérience. | Calculé. | En 6000 minutes. |
| $2r+\rho$ | 78°,0 | 2934′ | 63,1 | 63,09 | 129,04 |
| $r+\rho$ | 77,05 | 1510′ | 63,3 | 63,37 | 251,50 |
| $r/_2+\rho$ | 83,15 | 960′ | 76,55 | 76,88 | 478,44 |
| $\rho$ | — | 83′ | 72,3 | 72,43 | 5226,30 |

Si l'on suppose que les dépôts d'argent obtenus par électrolysation dans des temps égaux soient proportionnels à la force du courant, la dernière colonne du tableau précédent indique le rapport des forces de courant employées. D'autre part, le grand accord que présentent les nombres de la 4ᵉ et de la 5ᵉ colonne de ce tableau, justifie jusqu'à des limites très-étendues l'exactitude de l'hypothèse admise ci-dessus, relativement aux forces de courant. Le rapport des résistances $2r$ et $\rho$, tel qu'il résulte de toutes les expériences, est comme les nombres 7560 et 191.

Pour savoir si la force de décomposition de courants

faibles reste la même, quelle que soit la grandeur de la section, on a mis en communication deux auges avec une solution d'argent, et en même temps toute la longueur de fil $r+r'$ avec l'élément constant. Le courant est demeuré en activité sans interruption, durant environ 9 jours, c'est-à-dire, 12539 minutes. Au bout de ce temps, on a trouvé dans l'une des auges de décomposition :

| | Milligr. |
|---|---|
| Perte en poids de la lame d'argent positive = | 267,0 |
| Augment. en poids de la lame d'argent négative = | 266,6 |
| Dans l'autre auge : | |
| Perte en poids de la lame d'argent positive = | 267,6 |
| Augment. en poids de la lame d'argent négative = | 267,4 |

La solution d'argent employée renfermait dans un centim. cube 25 milligrames de nitrate d'argent neutre. Afin de connaître l'influence que pouvait exercer une différence dans le degré de concentration du liquide, on a formé une autre solution plus étendue, qui contenait seulement 10 milligrammes du sel d'argent dans 1 centimètre cube du liquide. Après avoir rempli deux auges de ces deux solutions, on les a mises toutes deux à la suite l'une de l'autre avec le fil $r$ dans le circuit. L'expérience a duré 51 heures $^1/_2$ ; après quoi la lame d'argent négative, plongée dans l'auge remplie de la solution la plus concentrée, s'est trouvée avoir augmenté de 124,66 milligrammes en poids. La lame d'argent négative, plongée dans l'auge remplie de la solution étendue, avait augmenté de 124,16 milligrammes.

On voit, d'après ce qui précède, que le fait que la solution soit plus ou moins étendue, n'exerce aucune influence sur le résultat de l'action électrolytique. J'ai

trouvé d'autre part, qu'avec un excès d'acide et un faible courant, il se dépose en apparence un peu moins d'argent qu'il ne devait s'en déposer d'après la loi ; ce qui tient évidemment à ce que, pendant le long intervalle de temps nécessaire pour l'expérience de décomposition, une quantité d'argent assez considérable a été dissoute par l'acide nitrique libre. Dans les solutions alcalines de cyanure d'argent, il arrive aussi qu'une partie de l'argent séparé par l'action électrolytique se redissout ; et même, dans un cas, la quantité d'argent dissoute pendant 10 heures a été plus considérable que celle que le courant a déposée dans le même espace de temps.

On sait que de l'eau et de l'acide sulfurique étendu, mis dans l'auge de décomposition et exposés à l'influence d'un seul couple galvanique, ne subissent pas d'ordinaire une décomposition sensible. C'est principalement cette expérience-là qui a servi à établir que de faibles quantités d'électricité sont conduites par l'eau de la même manière que par les métaux[1]. Mais les courants mis en circulation par le moyen indiqué, possèdent une énergie beaucoup moins considérable qu'on ne se l'est fréquemment imaginé. Un courant qui, dans l'intervalle de 100 heures, enlève 130 milligrammes d'argent à une solution de ce métal, ne pourrait, selon la loi de Faraday, fournir dans le même temps que 1,2 milligramme, soit 13,42 centimètres cubes d'hydrogène par la décomposition de

[1] J'avais déjà démontré, en 1843 (*Archives de l'Electricité*, tome III, page 159), que l'eau est décomposée quand elle est traversée par un courant provenant même d'un seul couple mis en communication avec elle au moyen d'électrodes en platine, et j'avais indiqué et réussi à écarter la cause qui empêche cette décomposition d'être apparente. (A. D. L. R.)



l'eau. Or, comme l'hydrogène est un peu soluble tant dans l'eau que dans les acides et les solutions alcalines, et que du liquide il se répand dans l'air par diffusion, on ne peut pas s'étonner que l'électrolysation de l'eau produite par un courant ne possédant que l'énergie indiquée plus haut échappe à l'observation directe. Toujours est-il que ce courant possède une intensité très-considérable, si on le compare avec celui que peut fournir le même élément constant, lorsque l'électricité est contrainte de cheminer entre deux fils de platine à travers de l'acide sulfurique étendu.

Une auge de décomposition, contenant une solution d'argent et des lames d'argent a été introduite à la suite de l'auge de décomposition contenant de l'acide sulfurique étendu d'eau dans le circuit d'un couple de la dernière espèce. Pendant toute la durée de l'expérience, il ne s'est pas montré une trace de dégagement de gaz sur les fils de platine plongés dans l'acide sulfurique étendu. En revanche, on a vu paraître peu à peu, de la surface de la lame d'argent négative, quelques cristaux d'argent nettement formés. L'augmentation de poids qui en est résultée ne s'est pas élevée à plus de 6,45 milligrammes dans l'espace de 96 heures 20 minutes. Par conséquent, dans 100 heures il se serait déposé 6,7 milligrammes d'argent, dont l'équivalent en hydrogène s'élève à 0,7 centimètre cube.

La cause de la grande faiblesse du courant dans ce cas réside, comme on le sait, dans la polarisation des fils de platine, dont l'effet neutralise presque entièrement la force électromotrice de l'élément actif.

Quand on a remplacé le fil de platine positif par un fil d'argent, tout aussitôt il s'est manifesté un faible dé-

gagement de gaz sur le fil de platine négatif. Au bout de plusieurs heures, les petites bulles de gaz ont peu à peu disparu, mais uniquement parce que, pendant ce temps, de l'argent avait été dissout dans le liquide et s'était déposé sur le fil négatif. Le fil positif avait perdu 47,25 milligrammes de son poids, au bout de 15 heures 22 minutes. Dans l'auge remplie d'une solution d'argent et parcourue par le courant dans le même espace de temps, il s'était déposé au pôle négatif 47,1 milligrammes d'argent (ce qui correspond à 306,5 milligrammes pour 100 heures). L'accord entre ces deux résultats démontre que de prime abord la décomposition a dû s'opérer avec une même énergie dans les deux auges; d'où je conclus que la décomposition de l'acide sulfurique dans ses deux radicaux par de faibles courants a lieu dans la même proportion que lorsqu'elle est opérée par l'action des courants énergiques.

L'expérience que je viens de décrire a été répétée avec cette différence que, au lieu d'acide sulfurique étendu, on a mis dans l'une des auges de décomposition de l'eau parfaitement pure, qu'on venait de faire bouillir. Le courant beaucoup plus faible qui a été produit n'a point été accompagné de dégagement de bulles de gaz sur les fils ou les lames plongées dans l'eau. L'eau n'en a pas moins dû se décomposer, car au bout de quelques heures, on a vu se précipiter à l'électrode positif, qui était un fil d'argent comme dans le cas précédent, un dépôt blanc de lait qui a recouvert le fond du vase de verre. Le courant qui, jusque alors, avait perdu constamment de son énergie, en a repris peu à peu, et bientôt on a vu paraître sur l'électrode négatif qui était en platine de légères lames d'argent métallique, qui ont

recouvert graduellement la surface entière du platine, et ont fini par étendre leurs ramifications sur tout le fond du vase. Partout où ces dendrites d'argent ont atteint la couche d'oxyde blanc de lait, celle-ci s'est aussi réduite, jusqu'à ce qu'enfin le dépôt blanc qui avait d'abord recouvert le fond du vase ait été de nouveau entièrement transformé en argent métallique. Il résulte de là, d'une manière évidente, que la décomposition de l'eau a eu lieu sans interruption, bien que l'hydrogène dégagé au pôle négatif ne soit jamais devenu directement visible. Le transport électrolytique de l'argent dans cette expérience suppose une faible solubilité de son oxyde dans l'eau. Peut-être cette propriété était-elle due à la présence d'une trace d'ammoniaque dans l'eau ; cependant elle s'est manifestée exactement au même degré, avec de l'eau qui avait bouilli longtemps auparavant. En outre, le liquide décanté, parfaitement clair après la fin de l'expérience, n'a pas donné le moindre précipité sous la seule influence de la chaleur, quoiqu'on en obtint immédiatement un considérable en versant de l'acide hydrochlorique dans le liquide. — On a opéré pendant environ 4 jours, soit pendant 5470 minutes, un système de décomposition parfaitement semblable à celui qui vient d'être décrit. Le pôle négatif plongé dans la solution d'argent a, dans cet intervalle, augmenté de 24,4 milligrammes (ce qui donne 26,76 milligrammes pour 100 heures). La lame d'argent plongée dans l'eau s'est recouverte d'une couche d'oxyde d'argent de couleur brun foncé. Alors on a enlevé avec précaution cet oxyde par un lavage avec de l'acide acétique étendu d'eau, puis on a chauffé la lame au rouge, et l'on a trouvé une

perte en poids de 24,8 milligrammes. Ainsi l'effet produit par l'électrolysation de l'eau s'est trouvé semblable à celui que produit l'électrolysation de la solution d'argent, quoïque, comme on le voit, la force du courant fût extrêmement peu considérable.

L'électrolysation du sulfate de cuivre présente aussi un accord satisfaisant avec celle du nitrate d'argent, quand on emploie pour l'expérience une solution parfaitement pure, complétement dépouillée d'excès d'acide, et dans laquelle on fait plonger comme l'électrode deux lames de cuivre décapées. On peut aussi remplacer par du platine l'électrode de cuivre négatif. Il est vrai qu'alors la force du courant subit une légère altération dans les premiers moments, mais on obtient cet avantage que les particules du métal qui se dégagent du liquide sont complétement à l'abri de l'influence de l'air et de l'humidité. J'ai essayé d'abord de déterminer la perte en cuivre du pôle positif, de la manière recommandée par Jacobi[1]. Mais ce procédé ne s'est pas montré suffisamment exact parce que la surface du pôle positif se recouvre continuellement d'un oxyde, dont on ne peut plus la dépouiller sans avoir recours à des acides. Cette circonstance ayant empêché qu'il n'y eût un accord exact entre la diminution de poids de l'électrode positif et l'augmentation de poids de l'électrode négatif, je me suis borné à mesurer le plus exactement possible cette dernière, et j'ai comparé chaque résultat obtenu avec la quantité d'argent précipitée simultanément par l'action du même courant dans une solution d'argent. L'expérience achevée, le cuivre déposé sur une lame de platine par l'action de

[1] *Bulletin de l'Acad. de Pétersbourg*, IV, page 336.

l'électricité a été dépouillé, avec de l'eau bouillie, du sulfate de cuivre qui y était resté attaché, après quoi il a été mis promptement sous la pompe pneumatique et complétement desséché à l'aide d'acide sulfurique concentré. Il a toujours présenté, du moins à la surface, une légère pellicule d'oxydule qu'il a fallu enlever en l'exposant à l'action d'un courant d'hydrogène enflammé. Dans deux expériences, la perte en poids ainsi produite ne s'est élevée qu'à 0,1 milligrammes, mais dans une autre elle s'est élevée à 5 milligrammes. L'hydrogène employé avait été desséché en passant par un tube rempli de potasse caustique en morceaux.

Afin d'empêcher le plus possible une oxydation du cuivre pendant la durée de la décomposition, on a préalablement dépouillé d'air la solution de cuivre. Quelques expériences de décomposition ont été faites en entier sous la pompe pneumatique. Plusieurs fois aussi, pendant la durée de l'expérience, on a fait passer à travers le liquide un courant d'hydrogène constant. Dans aucun cas, on n'a réussi à empêcher complétement l'oxydation. Même le cuivre chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène et parvenu ainsi à l'état métallique pur s'est bientôt recouvert partiellement d'oxydule, déjà pendant l'opération du pesage. Cette facilité avec laquelle le cuivre précipité par l'action de l'électricité absorbe l'oxygène de l'air, est sans doute ce qui fait que l'on trouve toujours un poids de cuivre un peu plus considérable que celui qui correspond à l'équivalent de l'argent.

Les résultats des diverses expériences ont été rapprochés dans le tableau suivant. Les nombres de la quatrième colonne désignent les quantités de cuivre en poids

qui correspondent aux quantités d'argent fournies par l'expérience. Si l'on tient compte de la difficulté que présente la détermination directe du cuivre séparé par l'action de l'électricité, ces nombres ne pourront permettre de douter que l'électrolysation du sulfate de cuivre, par l'action de courants peu énergiques, ne soit proportionnelle sous le rapport chimique à l'électrolisation du nitrate d'argent neutre.

| DURÉE DE l'expérience en minutes. | ARGENT. Expérience. milligr. | CUIVRE. Expérience. | Calcul. | Force du courant rapportée au plus faible. |
|---|---|---|---|---|
| 2669 | 107,4 | 33,9 | 31,44 | 1 |
| 1236 | 534,5 | 157,9 | 156,50 | 10,7 |
| 1397 | 683,85 | 200,6 | 200,20 | 12,1 |
| 1029 | 535,7 | 157,6 | 156,83 | 13,2 |
| 458 | 862,4 | 257,8 | 252,50 | 46,5 |

Dans une expérience où le liquide contenait de l'acide libre, on a obtenu moins de cuivre que n'en exige la théorie. Cette circonstance était due évidemment à l'action simultanée exercée sur la lame de cuivre par l'oxygène de l'atmosphère et par l'acide libre ; en effet, lorsque dans l'expérience suivante (la dernière du tableau) on a fait passer de l'hydrogène à travers l'auge de décomposition, tout assitôt on a vu augmenter la proportion du cuivre.

On ne réussirait probablement pas, avec la même netteté que dans les expériences précédentes, à démontrer par des mesures exactes la loi relative à l'action électrolytique, pour toutes les combinaisons qui peuvent être décomposées par le courant électrique. Néanmoins, appuyé sur les expériences que j'ai décrites dans ce mé-

moire, je me crois autorisé à conclure que partout où l'on a observé des déviations de la loi, ces déviations ont été dues à des influences locales que l'on ne peut pas toujours réussir à neutraliser entièrement [1].

[1] Les expériences très-exactes et très-bien conduites de M. Buff servent à démontrer d'une manière aussi exacte que possible la généralité de la loi de Faraday des équivalents électro-chimiques dans la décomposition opérée par la pile. C'est à tort que M. Buff me range dans le nombre des physiciens qui ont contesté l'exactitude de cette loi. J'ai pu dire que déjà avant que Faraday l'eût formulée, elle était, pour ainsi dire, pressentie par tous ceux qui s'étaient occupés de ce sujet, mais qu'elle n'était alors regardée que comme approximative, et qu'au physicien anglais appartient le mérite d'en avoir démontré la rigoureuse exactitude. Sans doute il est difficile, au premier abord, de concilier cette loi avec les différences dans la puissance de l'affinité qui unit les éléments des divers composés. Cependant cette difficulté est plus apparente que réelle si l'on songe que c'est le composé le plus difficile à décomposer, et par conséquent le moins conducteur, qui détermine la force du courant qui est nécessairement la même dans toutes les parties du circuit, et par conséquent dans tous les composés qui s'y trouvent placés à la suite les uns des autres. (A. D. L. R.)

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

48. — MÉMOIRES SUR LES DÉCLINAISONS ABSOLUES DES ÉTOILES FONDAMENTALES, OBSERVÉES A PARIS AVEC LES CERCLES-MURAUX DE GAMBEY ET DE FORTIN ; par MM. LAUGIER et MAUVAIS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 1Q et du 17 janvier 1853.)

MM. Laugier et Mauvais ont entrepris de déterminer de nouveau les positions absolues des étoiles, au nombre de cinquante environ, que les astronomes appellent *fondamentales*, parce que ce sont les plus brillantes, celles dont on fait le plus d'usage dans les observatoires, et dont les positions apparentes sont calculées à l'avance dans les éphémérides astronomiques. Ils ont commencé leur travail par la détermination des déclinaisons, et afin de rendre leurs observations tout à fait indépendantes, ils se sont constamment servi de deux instruments différents, mais de mêmes dimensions, établis à l'observatoire de Paris. M. Mauvais a fait usage du cercle-mural de Fortin et M. Laugier de celui de Gambey, ces cercles ayant l'un et l'autre près de six pieds de diamètre. Tous les calculs de réduction ont été faits séparément, et chacun des astronomes a publié aussi ses résultats dans un mémoire à part, qui a été inséré *in extenso*, par autorisation spéciale de l'Académie, dans le *Compte rendu* de la séance où il a été présenté.

MM. Laugier et Mauvais ont fait usage, dans leurs observations, du procédé indiqué par Bohnenberger, pour déterminer sur leur instrument la direction de la verticale, en pointant leur lunette sur le nadir, et observant l'image des fils du réticule réfléchie sur une surface de mercure ; puis en amenant en coïncidence, pour l'œil de l'observateur, le fil réel et son image, et en faisant la lecture de la division du cercle correspondante, au moyen des six microscopes

micrométriques dont il est pourvu. Cette méthode présente l'avantage de rapporter les observations à un point dont on peut à chaque instant déterminer la position : mais elle exige, pour qu'on puisse en déduire les déclinaisons, une connaissance exacte de la distance angulaire du zénith au pôle, ou de son complément, qui est la *latitude* du lieu.

Aussi dans les mémoires actuels, qui forment la première partie de leur travail, les auteurs se sont-ils exclusivement occupés de la détermination de cet élément fondamental de la latitude, en observant les distances au zénith d'un grand nombre d'étoiles circompolaires. Ils ont réduit les résultats des observations à une même époque, et ont combiné autant que possible, pour chaque étoile, les passages supérieur et inférieur au méridien, afin de rendre l'élément cherché indépendant de la position de l'étoile. Les résultats des observations partielles sont consignés dans divers tableaux insérés dans leurs mémoires, et ils présentent entre eux un accord très-satisfaisant. Je me bornerai à indiquer ici les résultats généraux.

M. Laugier, par 660 observations, faites avec le cercle-mural de Gambey en 1851 et 1852, de passages supérieur et inférieur de la Polaire, et de 63 autres étoiles circompolaires, a trouvé, en moyenne, pour la latitude de ce cercle . . . . . . 48°50′11″,19.

M. Mauvais a formé trois groupes de ses observations d'étoiles circompolaires avec le cercle de Fortin, qui se sont élevées en totalité à 1351 : le premier de 58 étoiles observées vers le commencement de 1852, le second de 34 étoiles observées vers la fin de cette même année, et le troisième de 18 étoiles fondamentales observées dans le cours de l'année. Les résultats moyens provenant de ces trois groupes sont presque identiques. La moyenne générale donne pour la latitude . . . . . . . . . . . . . . 48°50′11″,85.

La différence de 0″,66 qui existe entre ces deux valeurs est supérieure aux erreurs moyennes des observations. MM. Laugier et Mauvais croient que cette différence peut tenir, soit à une erreur de division dans l'un des cercles, correspondant au point du nadir, soit à des équations personnelles relatives entre les deux observateurs, soit enfin à quelque flexion des lunettes. Ils se réservent de



discuter ultérieurement ces divers points, dans un mémoire qu'ils rédigeront en commun.

M. Arago, à la suite de la communication faite à l'Académie par M. Laugier, a signalé la cause de la différence d'une à deux secondes, qui existe entre ces valeurs récemment obtenues de la latitude de l'observatoire de Paris, et celle d'environ 48° 50′ 13″ résultant des observations faites par lui et par M. Mathieu, en 1812, avec le cercle-répétiteur de Reichenbach de 3 pieds de diamètre, donné à cet observatoire par M. Laplace [1]. Cette différence tient à ce que la détermination de 1812 provenait d'observations de l'étoile polaire, faites avec un instrument qui peut donner lieu à des effets assez sensibles de flexion de la lunette. On élimine facilement cette cause d'erreur en combinant entre eux les résultats d'observations faites soit au nord, soit au sud du zénith. Aussi M. Mathieu ayant examiné dernièrement les observations du côté du sud faites à cette même époque, et qui n'avaient pas été prises alors en considération pour la détermination de la latitude, a trouvé pour sept étoiles fondamentales des résultats bien concordants entre eux, dont la moyenne, combinée avec celle des observations d'étoiles boréales, a donné une valeur de la latitude qui ne diffère plus que d'une petite fraction de seconde de celle obtenue par M. Laugier.

Je remarquerai, en passant, que ce qui est arrivé avec le grand cercle-répétiteur de l'observatoire de Paris, est précisément ce qui a eu lieu à Genève, avec celui de Gambey de 20 pouces de diamètre, placé en 1823 dans notre observatoire. Il y a eu aussi avec ce dernier instrument un effet sensible de flexion de la lunette, qui n'a été découvert et corrigé que lorsqu'on a comparé entre eux les résultats des observations faites du côté du nord et du sud [2].

L'étude que M. Laugier a eu l'occasion de faire, dans le cours de ses observations, du cercle-mural de Gambey de l'observatoire

[1] Voyez Additions à la *Connaissance des Temps* pour 1816, et *Bibl. Univ.*, cahier de mars 1825, tome XXVIII, p. 177.

[2] Voyez mon Mémoire sur la latitude de Genève, publié en 1828 dans le tome IV de ceux de notre Société de physique et d'histoire naturelle, et l'extrait qui en a paru dans le tome XLIII de la 1re série de la *Bibl. Univ.*

de Paris, a mis en évidence la perfection de la division de ce cercle. « Cette perfection, dit-il, en fait un instrument peut-être unique dans son genre, et digne en tout cas de l'admiration des astronomes praticiens. »

La méthode suivie par cet habile artiste pour diviser ses cercles, après avoir été vérifiée par des commissaires de l'Académie des Sciences, se trouve consignée dans un paquet cacheté, déposé au secrétariat de l'Institut par la veuve de Gambey, et forme la partie la plus précieuse du modeste héritage laissé par lui à sa fille et à sa veuve [1]. L'Académie a décidé, à l'occasion du mémoire de M. Laugier et sur la proposition de M. Séguier, qu'une lettre serait écrite en son nom au ministre de l'instruction publique, en confirmation de la demande déjà faite par l'Académie, d'une publication aux frais de l'Etat de la méthode de Gambey pour diviser les cercles astronomiques. A. G.

---

49. — Mémoire sur la forme et la constitution physique des astres dont notre système solaire est formé, par M. Arago.

M. Arago a communiqué, à la séance de l'Académie du 31 janvier de cette année, la première partie du mémoire dont je viens de rapporter le titre, et qui aura sûrement un grand intérêt. Cette partie est relative à la planète Mars, et je vais transcrire l'extrait sommaire qui en est donné dans le *Compte rendu* de cette séance.

M. Arago a établi, par des mesures qui lui paraissent à l'abri de

[1] Henri-Prudence Gambey, né à Troyes en Champagne le 8 octobre 1787, avait été élu en 1832 membre du Bureau des longitudes en qualité d'artiste, et en 1837, membre de l'Académie des Sciences, dans la section de mécanique. Il était venu à Genève en juin 1832, pour y établir lui-même les deux instruments principaux construits par lui pour notre nouvel observatoire. Il est mort à la fin de janvier 1847. Un discours prononcé sur sa tombe par M. Arago a paru dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1850, et une courte notice sur sa vie a été publiée à Genève, dans le procès-verbal de la séance générale du 5 août 1847 de notre Société des Arts, dont Gambey était associé honoraire.

toutes objections, que Mars a un aplatissement certainement supérieur à $^1/_{30}$. L'auteur du mémoire a discuté et combattu les explications diverses qu'on a données d'un résultat qui semble si peu d'accord avec la théorie de l'attraction. Il a étudié, au point de vue photométrique, les taches lumineuses blanchâtres et d'étendue variable dont les pôles de rotation de la planète sont entourés. Il a cherché ensuite, en se fondant sur les principes les plus avérés de la science, pourquoi les taches obscures de Mars disparaissent quand elles approchent des bords du disque, et pourquoi, près de ces mêmes bords, les parties qui semblaient très-rougeâtres au centre perdent presque complétement cette teinte. Il a fait voir, enfin, par quel système d'observations il sera possible, à l'aide de la grande lunette parallactique que M. Brunner établira bientôt dans la nouvelle tour de l'observatoire de Paris (lunette pour la monture de laquelle une somme de 90,000 francs a été votée, le 19 mars 1851, par l'assemblée législative française), d'arriver à la connaissance des propriétés optiques de l'atmosphère dont Mars est entouré.

---

50. — NOTE SUR UN MOYEN TRÈS-SIMPLE DE S'AFFRANCHIR DES ERREURS PERSONNELLES, DANS LES OBSERVATIONS DES PASSAGES DES ASTRES AU MÉRIDIEN; par M. ARAGO. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 14 février 1853, p. 276.)

On sait que ce qu'on nomme *équation personnelle*, dans les observations de passages d'étoiles à la lunette méridienne, est la différence qui a lieu entre divers observateurs, pour l'appréciation des instants de ces passages derrière les fils du réticule de la lunette. Cette différence, qui est souvent nulle ou fort petite, s'est élevée, dans plusieurs cas, à une demi-seconde de temps, et dans un petit nombre à une seconde entière, entre des observateurs très-exercés; elle a lieu ordinairement d'une manière à peu près constante. M. Arago, après avoir exposé le sujet dans cette note avec une grande lucidité, et donné divers exemples des différences de ce genre qui ont été constatées entre d'habiles astronomes,

indique un moyen d'annuler ces différences, dont il a constaté l'efficacité dès l'année 1843. Il consiste à faire usage d'un chronomètre à pointage; l'observateur qui en est pourvu lâche lui-même une détente à l'instant précis de l'observation, et laisse ainsi sur le cadran une marque qui détermine cet instant. MM. Mauvais et Goujon, dont les observations différaient de $0^s,58$ de temps lorsqu'elles étaient faites selon le mode ordinaire, se trouvèrent constamment d'accord en se servant d'un chronomètre de ce genre. Des observations comparatives plus récentes, faites entre MM. Laugier, Goujon et Ernest Liouville, avec un chronomètre de Breguet du même genre, donnant les dixièmes de seconde, ont conduit à des résultats également satisfaisants.

M. Arago cite, à la fin de sa note, comme un autre moyen avantageux pour arriver au même but, l'emploi d'une horloge électrique, qui a été exposé par MM. Bond de l'observatoire de Cambridge en Amérique, à la réunion de l'Association britannique en 1851. Je rappellerai aussi, à cette occasion, le petit mémoire de M. Airy, publié dans le tome X des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres (et dont un extrait a paru dans le cahier de novembre 1850 de la *Bibl. Univ.*), sur les méthodes électro-magnétiques employées en Amérique, par MM. Locke et Mitchell, pour observer et noter les instants des passages au méridien. M. Airy reconnaît dans ce mémoire les avantages notables que présentent ces nouveaux procédés, qui tendent à substituer le tact à l'ouïe pour la fixation précise des instants des observations. M. Arago n'en demeurera pas moins le premier qui ait indiqué un moyen simple et efficace pour anéantir toute équation personnelle dans les observations de passages au méridien, et pour débarrasser les observateurs d'erreurs, ou du moins d'incertitudes très-fâcheuses.

A propos de l'emploi astronomique des appareils électro-magnétiques, j'ajouterai que M. Arago, dans la séance de l'Académie du 3 janvier de cette année, a dit quelques mots sur l'état où en était alors l'établissement d'une communication directe entre les observatoires de Paris et de Greenwich, au moyen des télégraphes élec-

triques et du cable sous-marin entre Douvres et Calais. L'exécution de ce projet est fort avancée du côté de la France, une communication ayant été établie, par un fil souterrain, entre l'une des salles de l'observatoire de Paris et l'administration centrale des télégraphes, au ministère de l'intérieur, rue de Grenelle. M. Airy, de son côté, s'occupait activement de la liaison de son observatoire avec une des lignes électriques aboutissant à Douvres, et il est probable que cette liaison est effectuée maintenant. En France comme en Angleterre, on cherche aussi à tirer parti des nouvelles lignes télégraphiques, soit pour transmettre dans les villes et les ports de ces divers états l'heure des chefs-lieux et des observatoires centraux, soit pour obtenir par ce moyen de nouvelles déterminations de longitudes géographiques, comme on l'a déjà fait aux Etats-Unis d'Amérique. A. G.

---

51. — EXTRAIT D'UNE LETTRE DU CHEVALIER POMPILIO DECUPPIS AU PROFESSEUR P. ANGELO SECCHI. (*Corrispondenza scientifica in Roma,* 22 décembre 1852.)

Les astronomes ont observé des phénomènes contradictoires lors de l'occultation des astres derrière la Lune; suivant les uns il y aurait une réfraction provenant d'une atmosphère lunaire; suivant les autres il n'y aurait aucune réfraction, et l'on devrait conclure de là l'absence d'une enveloppe gazeuse autour de cet astre. M. Decuppis propose une explication ingénieuse de cette diversité dans les observations, qui nous semble mériter l'attention des astronomes. Cette hypothèse consiste à admettre que la Lune est réellement entourée d'une couche atmosphérique, dont l'épaisseur, beaucoup moins considérable que celle de l'atmosphère terrestre, peut être évaluée de 430 à 580 mètres. D'un autre côté, l'on sait que la Lune est, en grande partie, couverte de hautes montagnes, dont quelques-unes ont plus de 8000 mètres. Ces montagnes doivent donc s'élever au-dessus de la couche atmosphérique, qui ne peut être visible pour nous que vers les points du contour de la Lune dépourvus de montagnes. Il en résulte que toutes les fois qu'un

astre fera son occultation derrière une des parties montagneuses de la Lune, la disparition s'effectuera sans aucune réfraction ; au contraire, lorsque l'occultation se fera à un point où le profil lunaire présente une dépression, l'astre subira les effets de la réfraction, proportionnellement à l'épaisseur de la couche atmosphérique.

Si l'on étudie le disque entier de la Lune dans sa position de libration moyenne, on reconnaît que, sur les 360 degrés de son contour, 109 ne s'élèvent pas au-dessus de son niveau, tandis que 251 sont occupés par des montagnes. Cela explique pourquoi les phénomènes de réfraction se présentent si rarement.

M. Decuppis annonce un atlas de 11 feuilles, représentant le profil lunaire ; dans le texte qui l'accompagne, il développe sa théorie, et il expose l'étude de quelques points qui y ont rapport, tels que le crépuscule lunaire, etc. L. S.

---

## PHYSIQUE.

### 52. — Mémoire sur la vitesse de la lumière, par M. Arago.

M. Arago a retrouvé, vers le commencement de cette année, un mémoire qu'il avait rédigé à l'âge de vingt-trois ans, à son retour d'Afrique, sur diverses expériences relatives à l'influence de la vitesse de la lumière sur la réfraction. Le résultat de son travail fut communiqué à la première classe de l'Institut, le 10 décembre 1810, et il vient d'être publié, sans changements, dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des sciences du 10 janvier 1853.

Les observations qui font l'objet de ce mémoire sont des mesures d'arcs de distances au zénith d'un grand nombre d'étoiles différentes, effectuées à différentes heures dans les mêmes nuits, soit avec le grand *quart de cercle mural* de Bird, qui était alors établi à l'observatoire de Paris, soit avec un *cercle-répétiteur*, en plaçant en avant de la lunette de ces instruments un prisme achromatique, composé d'un prisme de crown-glass et d'un prisme de flint-glass adossés l'un contre l'autre. L'angle du prisme composé était de 24 degrés dans les observations faites avec le quart de cercle mural.

En comparant les résultats d'observations directes ordinaires de distances au zénith, avec ceux obtenus dans le cas de l'interposition du prisme, l'auteur a obtenu la mesure des déviations occasionnées par cette interposition. Cette comparaison était facilitée, dans les observations faites avec le cercle-répétiteur, par un ajustement particulier, qui, laissant à découvert la moitié de l'objectif de la lunette, permettait d'observer tantôt directement, tantôt à travers le prisme; la différence des deux mesures, corrigée du mouvement de l'étoile dans l'intervalle des deux observations, donnait ainsi la déviation, sans qu'il fut nécessaire de connaître exactement la position absolue de l'astre observé.

Les déviations obtenues ainsi, soit avec l'un soit avec l'autre instrument, diffèrent, en général, très-peu entre elles; leurs inégalités, qui ne s'élèvent qu'à un petit nombre de secondes de degré, et dans lesquelles on ne remarque aucune loi, peuvent être attribuées aux erreurs d'observation.

Le résultat est contraire à celui qu'attendait M. Arago, parce qu'il pensait que la variation qui a lieu dans la vitesse de la lumière, par suite du mouvement de translation de la Terre, quand on observe des étoiles situées en diverses parties du ciel, aurait dû produire aussi quelque inégalité dans les déviations. D'après un calcul fait par lui, en admettant un changement d'un 5000e dans la vitesse totale, les rayons d'une étoile passant au méridien à 6 h. du matin devaient être moins fortement déviés que ceux d'une étoile passant à 6 h. du soir, de 12 secondes de degré dans les observations faites au mural et de 28 secondes dans celles faites avec le cercle-répétiteur; les déviations des étoiles passant au méridien à minuit devaient être intermédiaires entre les déviations extrêmes.

M. Arago pense qu'on ne peut rendre raison de cette absence d'inégalité dans les déviations des rayons lumineux venant des étoiles, qu'en supposant que les corps lumineux émettent des rayons avec toutes sortes de vitesses, et en admettant également que ces rayons ne sont visibles que lorsque leurs vitesses sont comprises entre des limites déterminées. La visibilité des rayons dépendrait alors de leurs vitesses relatives; et comme ces mêmes vitesses déterminent la

quantité de réfraction, les rayons visibles seraient toujours également réfractés.

L'auteur conclut de ce qui précède que les aberrations de tous les corps célestes doivent se calculer avec la même constante, et que les phénomènes qu'on a cherché à expliquer par une inégalité dans la vitesse de la lumière de ces divers corps ne peuvent dépendre de cette cause.

Le travail de M. Arago est remarquable, non-seulement par l'exactitude des observations et la rigueur des résultats, mais par la sobriété des conclusions théoriques que l'auteur en tire. Cependant on ne peut méconnaître qu'il est le point de départ des recherches expérimentales et théoriques qui ont conduit les physiciens à s'occuper de l'état dans lequel se trouve l'éther dans les corps solides et qu'il a contribué à leur faire abandonner la théorie de l'émission de la lumière en faveur de celle de l'ondulation.

---

### 53. — Quelques cas anomaux de décomposition électro-chimique, par M. W.-R. Grove. (*Phil. Mag.*, mars 1853.)

M. Grove a profité de l'appareil construit récemment par Ruhmkorff [1], pour faire quelques expériences sur les décompositions électro-chimiques produites par l'électricité de haute tension que produit cet appareil. C'est donc l'étincelle de l'hélice induite qu'il a substituée, dans des expériences analogues à celles faites autrefois par Wollaston, à l'étincelle de la machine électrique. Des fils de platine très-fins, scellés dans des tubes de verre avec soin, de façon que leur extrémité était incrustée dans le bout même du tube sans le dépasser, furent employés à conduire les décharges électriques dans le liquide soumis à leur action. Des tubes gradués étaient disposés de façon à recueillir les produits gazeux de la décomposition.

[1] Nous avons parlé de cet appareil récemment à l'occasion des recherches de M. Quet sur la lumière électrique. (*Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXII, p. 86.)



De l'eau distillée, qui avait été préalablement soumise à l'ébullition pour en chasser tout l'air, ne parut éprouver qu'une décomposition infiniment faible, probablement à cause de sa non-conductibilité; quelques gouttes d'acide sulfurique, en faisant disparaître cet obstacle, déterminèrent un dégagement abondant de gaz autour des deux pointes de platine, moins abondant cependant autour de l'une d'elles[1] d'où l'électricité sortait sous forme d'étincelle. Peu importait que cette succession fut positive ou négative; la quantité de gaz développée sur elle n'était que les deux cinquièmes de celle développée sur l'autre. Il n'y a pas de doute que l'étincelle par sa présence déterminait la recomposition d'une partie du mélange gazeux composé d'hydrogène et d'oxygène.

L'examen des produits gazeux ayant été fait par M. Grove, au moyen de l'eudiomètre, il trouva d'abord que celui, accumulé autour de la pointe positive, fut réduit aux quatre dixièmes de son volume par l'étincelle électrique; le résidu détona avec la moitié de son volume d'oxygène, en ne laissant qu'une très-petite quantité de gaz qui était probablement de l'azote. Le produit gazeux accumulé autour de la pointe négative qui avait, dans ce cas, un volume 2,3 fois plus grand que celui de la pointe positive, fut réduit en le faisant détoner aux 0,15 de son volume seulement. Le résidu détona par l'addition d'une faible quantité d'hydrogène.

Dans une autre expérience le mélange gazeux de la pointe positive dont le volume était au contraire 2,5 fois plus considérable que celui de la négative, fut réduit aux sept dixièmes de son volume par la détonation; le mélange gazeux de la pointe négative fut réduit aux quatre dixièmes de son volume, et ce résidu mélangé avec celui de la pointe positive forma un volume qui se contracta de trois dixièmes quand on le fit détoner. Le résidu final, mélangé avec la moitié de son volume d'oxygène, détona complétement.

[1] Cette pointe qui avait déjà servi se trouvait usée et présentait quelques rugosités, tandis que la surface terminale de l'autre était parfaitement plane. C'est probablement à cette différence, dans l'état de la partie de leur surface en contact avec le liquide, qu'était due l'apparition sur la première de l'étincelle électrique.



On substitua à l'une des pointes de platine une lame du même métal fixée dans l'intérieur d'un tube scellé dans sa partie supérieure d'où sortait un bout de fil de platine en communication avec la lame. Le tube plongeait dans le liquide à décomposer et en était rempli, et tout le gaz pouvait être recueilli sans qu'il s'en échappât une seule bulle. La lame fut tantôt positive, tantôt négative, et dans les deux cas elle ne dégagea qu'une quantité de gaz presque imperceptible, tandis que la pointe de platine qui servait de second électrode, et qui était aussi, tantôt négative, tantôt positive, présenta le même mélange gazeux que dans les expériences précédentes.

Ainsi, en soumettant à l'action électrolytique de l'appareil de Ruhmkorff de l'eau distillée qui contient une petite quantité d'acide sulfurique, M.Grove a trouvé qu'on obtient en tout un excès d'hydrogène considérable dans l'ensemble du mélange gazeux dégagé. Il en est de même avec une solution de potasse.

Les mêmes expériences ayant été répétées avec de l'eau renfermant la proportion d'acide qui la rend la meilleure conductrice, l'excès d'hydrogène diminua sensiblement; probablement il serait nul si l'on pouvait atteindre le degré exact de concentration du liquide acidulé qui lui donne le maximum de pouvoir conducteur.

Quand la solution dépasse le degré de concentration qui la rend le meilleur électrolyte, alors c'est un excès d'oxygène qu'on obtient et non d'hydrogène. Ainsi, dans une expérience avec les deux pointes fines de platine et de l'acide sulfurique étendu de 1,45 de densité, M. Grove obtint à la pointe négative un volume gazeux qui était à celui de la pointe positive comme 4,5 est à 3,25. Le premier de ces mélanges gazeux détona, mais ne fut réduit qu'aux 0,95 de son volume; le résidu était de l'*oxygène pur;* tandis que le mélange gazeux de la pointe positive se contracta de la moitié de son volume en laissant un résidu qui était de l'hydrogène. De sorte qu'après la réduction des volumes opérée par la détonation sur la totalité des produits gazeux, le volume de l'oxygène en excès se trouva être plus que double de celui de l'hydrogène.

En employant dans ces diverses expériences deux lames de pla-



tine on trouve aussi bien qu'avec une seule qu'il n'y a pas sur leur surface de dégagement gazeux sensible.

M. Grove, présumant que la disparution, tantôt d'une partie de l'oxygène, tantôt d'une partie de l'hydrogène pouvait provenir de la formation de composés secondaires, a cherché, en employant une très-petite quantité d'eau acidulée, à y découvrir quelques traces d'altération après l'avoir soumise pendant un temps très-prolongée à l'action de l'appareil de Ruhmkorff; mais il n'a pu apercevoir la moindre trace de changement chimique dans le liquide. Le seul effet qu'il ait aperçu, c'est un dépôt pulvérulent d'une couleur noirâtre, probablement de l'oxide ou du peroxide de platine, qui se produisait quand il avait fait passer pendant un très-grand nombre d'heures (30 à 40) non consécutives, la décharge de l'appareil de Ruhmkorff, au moyen d'une lame et d'une pointe servant d'électrodes, à travers de la vapeur d'eau provenant d'eau distillée placée dans un récipient dans le vide de la pompe pneumatique.

---

*Observations de M. le professeur A. de la Rive sur les phénomènes anomaux observés par M. Grove.*

J'avais déjà remarqué plusieurs des anomalies observées par M. Grove, et je les avais consignées dans deux mémoires qui ont paru, l'un en 1841[1], et l'autre en 1846[2]. Elles tiennent essentiellement à l'emploi des courants d'induction pour produire la décomposition électro-chimique, et à l'oxydation du platine sous l'influence combinée d'un courant puissant d'induction et de l'oxygène naissant. Il est bien probable aussi que l'eau elle-même est décomposée par le platine agissant par sa seule puissance chimique sous l'influence de la température élevée de l'étincelle, indépendamment de sa qualité d'électrode. Dans le second des mémoires rappelés plus haut, qui a pour objet l'action comparée des courants d'induction et des courants voltaïques, j'ai signalé plusieurs effets

[1] *Archives de l'Électricité*, tome I, pages 175 et suivantes.
[2] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome I, page 373.

singuliers de décomposition, qui accompagnent la propagation des premiers dans les liquides, et, en particulier, la production constamment en excès de l'hydrogène. Je n'avais pas remarqué celle de l'oxygène signalée par M. Grove, n'ayant pas fait usage dans ces expériences d'eau assez fortement acidulée. Mais j'avais déjà indiqué soit dans ce mémoire, soit surtout dans le premier, plus ancien, l'absence presque totale de décomposition, quand on prend comme électrodes des lames de platine ou des fils recouverts de poudre noire de platine, au lieu de fils fins. J'avais attribué ce résultat non à l'absence réelle de décomposition, mais à un effet secondaire de recomposition des éléments séparés par le courant électrique, et j'avais appuyé mon opinion d'un assez grand nombre de faits.

Quoi qu'il en soit, le sujet qui vient d'attirer l'attention de M. Grove est loin d'être complétement éclairci, et il est heureux que son étude se trouve entre les mains d'un savant aussi distingué.

---

54. — LETTRE DE M. MATTEUCCI A M. BENCE JONES SUR L'ÉLECTRICITÉ ANIMALE.

M. Bence Jones a publié à Londres, sous le titre de *Animal electricity*, un extrait des découvertes faites sur ce sujet par M. *Dubois-Reymond*, et consignées dans deux gros volumes in-8° écrits en allemand. Cet extrait renferme, de même que l'ouvrage original, une appréciation des travaux de M. Matteucci sur l'électricité animale contre laquelle le savant italien réclame fortement dans l'opuscule que nous annonçons.

Il commence par reconnaître, avec une franchise qui l'honore, que, jusqu'en 1838, ses travaux sur l'électricité animale ont été faits avec une trop grande hâte, et par conséquent imparfaits; mais il se plaint avec raison que ce soit seulement de ceux-là qu'on parle et non de ceux beaucoup plus parfaits qui ont été faits depuis lors.

M. Matteucci rappelle qu'il est le premier qui ait établi, par des expériences parfaitement concluantes, l'existence du courant propre



de la grenouille et découvert le phénomène si curieux de la contraction induite. Il ne nie point le service que M. Dubois-Reymond a rendu à la science, par la construction du galvanomètre si sensible qu'il a appliqué à cet ordre de recherches, mais il estime que sa propre méthode, fondée sur l'emploi des piles musculaires, était préférable ou tout au moins suffisante pour découvrir et étudier le courant musculaire et ses lois.

Le point sur lequel M. Matteucci insiste le plus c'est sur le reproche qu'on lui fait très-injustement d'avoir attribué aux nerfs un rôle qu'ils ne jouent point dans les expériences d'électricité musculaire. Il rappelle qu'il a dit en 1842, ce qu'il persiste encore à dire, c'est que le courant musculaire est dirigé de l'intérieur des muscles à la surface dans le muscle même, et qu'en laissant dans les piles, aux muscles en expérience, leur filet nerveux, le courant se montre dirigé du nerf au muscle ; il ajoute qu'il avait eu soin de décrire, dans le même mémoire de 1842, les expériences qui prouvent que les filets nerveux se comportent comme de simples conducteurs, semblables à un fil de chanvre ou à un morceau de papier imbibé d'eau. Il remarque encore qu'il lui était impossible d'ignorer que la surface tendineuse d'un muscle se conduit comme l'intérieur du muscle, car c'est en cela que consiste le cas du courant propre de la grenouille.

M. Matteucci, après avoir reconnu avec loyauté que M. Dubois-Reymond est le premier qui ait généralisé l'existence des courants musculaires en découvrant dans les muscles tendinaux des autres animaux, un courant analogue ou courant propre de la grenouille, conteste l'assertion qu'il n'a pas prouvé l'existence du courant musculaire dans les animaux vivants, puisqu'il avait démontré l'existence de ce courant dans les grenouilles et les pigeons vivants.

Vient une longue discussion sur le phénomène de la contraction induite, et sur les courants nerveux dont M. Matteucci est accusé d'avoir nié l'existence, ce dont il se défend vivement en citant les expériences qu'il a publiées.

En résumé, tout en comprenant le sentiment qui a mis la plume à la main de M. Matteucci pour revendiquer ses droits de priorité

et repousser des attaques qu'il croit injustes, nous ne pouvons nous empêcher de regretter ce genre de discussion entre savants. Nous estimons que M. Dubois-Reymond et M. Bence Jones n'ont pas rendu aux travaux de M. Matteucci la justice qu'ils méritent; mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer à M. Matteucci qu'il faut faire la part du petit désappointement que doit éprouver un savant consciencieux, qui travaille pendant bien des années à des recherches difficiles et souvent ingrates pour n'en publier le résultat que lorsqu'elles seront terminées, de se voir devancer par des publications moins complètes et plus hâtives. Espérons que ce sera la dernière fois, comme le dit M. Matteucci, qu'il consacrera à un travail du genre de celui dont nous venons de rendre compte, un temps que la science pure réclame tout entier.

---

55. — NOTE SUR LES MACHINES ÉLECTRIQUES INDUCTIVES ET SUR UN MOYEN FACILE D'ACCROÎTRE LEURS EFFETS, par M. FIZEAU. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 7 mars 1853.)

Les machines électriques que l'on construit depuis quelques années d'après le principe de l'induction sont aujourd'hui bien connues; la constance et la régularité de leurs effets, ainsi que la facilité de leur emploi, présentent, pour certaines recherches, des avantages marqués qui rendent ces nouveaux appareils préférables, dans quelques circonstances, aux machines anciennes.

Ayant entrepris de nouvelles expériences sur la vitesse de propagation de l'électricité, dans le but surtout de comparer sous ce rapport l'électricité de tension à celle que produit la pile, j'ai trouvé que l'emploi d'un de ces appareils serait très-convenable pour ce genre de recherches, mais que cependant il serait utile de pouvoir donner à l'instrument une puissance plus grande et surtout de pouvoir augmenter la tension de l'électricité qu'il fournit.

On obtient bien un accroissement d'effet très-sensible en employant une pile plus forte pour mettre l'appareil en activité, et l'électricité développée aux deux pôles de la machine acquiert ainsi un accroissement de tension très-marqué. Mais ce moyen entraîne



un inconvénient qui fait perdre à l'instrument son principal avantage, lequel consiste dans la régularité et la durée de ses effets. Une des parties essentielles de l'appareil est l'interrupteur à vibrations de M. de la Rive. Or, pendant que l'instrument est en activité, il se produit des étincelles très-vives entre les surfaces de l'interrupteur, et, bien que ces surfaces soient de platine, elles sont bientôt fondues et déformées, lorsque le courant est rendu plus intense: et les vibrations devenant par là moins constantes, la production de l'électricité cesse bientôt d'avoir lieu avec la même régularité.

Le même inconvénient se manifesterait sans doute si l'on cherchait à donner à la machine des dimensions supérieures à celles qui ont été adoptées par l'habile constructeur M. Ruhmkorff, car la force des étincelles qui éclatent au point où la vibration se produit, est due surtout au courant induit dans le fil inducteur lui-même; et si l'on augmentait la dimension des fils et le nombre des tours de spire, ce courant deviendrait nécessairement par là plus intense et les étincelles plus fortes.

Mais une étude attentive des particularités que présente l'appareil fait bientôt découvrir un moyen tout différent et très-simple pour accroître l'énergie des effets produits. Plusieurs expériences, qu'il serait trop long de décrire, tendent à démontrer que le courant d'induction qui se produit dans le fil inducteur lui-même, au moment de la rupture du circuit, exerce une influence considérable sur la production de l'électricité dans le fil induit qui aboutit aux deux pôles de la machine. Lorsque ce courant se produit librement et prend un grand développement, les pôles donnent peu d'électricité; au contraire, lorsque ce courant rencontre des obstacles et qu'il ne prend qu'un faible développement, les pôles donnent beaucoup d'électricité, et la puissance de la machine est devenue plus grande. Plusieurs dispositions permettent de constater ce fait d'une manière certaine; je citerai l'emploi de métaux moins fixes que le platine aux surfaces de l'interrupteur, et la réunion des parties vibrantes par des fils fins et de longueurs différentes. Ce principe étant admis, il en résulte qu'il suffit, pour augmenter la puissance

de la machine, de s'opposer au développement du courant qui se produit dans le fil inducteur au moment de la rupture du circuit, et il est facile de voir que l'on doit obtenir ce résultat en agissant sur la tension que possède ce courant et la rendant plus faible.

En effet, lorsque la machine fonctionne, la grande lumière des étincelles qui éclatent au point de rupture, indique que le courant dont il s'agit prend un grand développement, et cela a lieu parce que l'électricité possède une tension suffisante pour franchir avec facilité l'intervalle qui sépare les pièces vibrantes ; si la tension devenait plus faible, l'intervalle à franchir présentant une résistance constante, le passage n'aurait plus lieu avec la même facilité, les étincelles seraient moins vives, et le courant ne prendrait qu'un plus faible développement.

Un moyen très-efficace de diminuer la tension dans cette circonstance est de recourir aux propriétés bien connues de la bouteille de Leyde et des appareils fondés sur le même principe. On dispose donc un condensateur formé de deux lames d'étain juxtaposées et isolées l'une de l'autre par une couche de vernis, et l'on fait communiquer chacune de ces lames avec chacune des extrémités du fil inducteur ; les points d'attache doivent être de part et d'autre du point d'interruption où se produisent les étincelles. Alors les deux électricités, avant de parvenir au point d'interruption, se répandent sur les deux surfaces d'étain où elles perdent, en grande partie, leur tension par l'effet de l'influence mutuelle qui s'exerce à travers la couche isolante de vernis.

Lorsque le condensateur présente une surface suffisante, 5 ou 6 décimètres carrés, par exemple, on voit, aussitôt que les communications sont établies, la lumière s'affaiblir au point d'interruption, et en même temps la machine prendre un accroissement d'énergie remarquable ; les pôles donnent alors des étincelles plus fortes, et qui éclatent à des distances plus considérables qu'auparavant. Le condensateur peut être placé d'une manière commode dans une position horizontale, un peu au-dessus de l'électro-aimant, et soutenu par quatre supports en verre.

Avec cette addition, très-facile à réaliser, non-seulement la ma-



chine donne plus d'électricité, mais aussi elle fonctionne plus longtemps avec régularité, parce que les surfaces de l'interrupteur ne sont plus exposées à l'action des étincelles très-intenses qui les altéraient assez rapidement.

Une disposition imaginée par M. Sinsteden, et dans laquelle le principe de la condensation a été utilisé pour obtenir des décharges plus fortes avec les machines inductives, n'a qu'une analogie apparente avec le moyen que j'indique ici; le principe et les effets de ces deux méthodes sont, en réalité, très-différents. En effet, c'est l'électricité développée dans le second fil, le fil induit, qui est modifiée par M. Sinsteden, de manière à donner lieu à des étincelles plus brillantes; mais ces décharges plus fortes ne sont pas accompagnées d'une augmentation dans la tension, qui est, au contraire, affaiblie. Au reste, l'emploi de cette méthode ne nuit aucunement à l'efficacité de celle que je propose, et lorsque l'on y trouvera de l'avantage, l'une et l'autre pourront être employées simultanément.

Afin de donner une idée de l'accroissement des effets que j'ai obtenus dans mes expériences, je citerai l'observation suivante : un galvanomètre étant placé dans le circuit, on faisait passer l'électricité produite par la machine, dans l'air raréfié, où se produisaient les beaux phénomènes de lumière étudiés récemment par M. Quet. Lorsque la machine fonctionnait dans les conditions ordinaires, l'aiguille du galvanomètre indiquait une déviation de 8 degrés. Lorsqu'on a fait agir le condensateur, la lumière produite a pris un plus grand éclat, et la déviation de l'aiguille est devenue de 15 degrés, l'intensité du courant était donc presque doublée.

En résumé, par le moyen que je propose, les machines inductives peuvent devenir plus puissantes, et fonctionner pendant un temps plus long d'une manière constante; sous ces deux rapports, on trouvera sans doute de l'avantage à adopter ce principe dans la construction des nouveaux appareils.



56. — **Note sur les courants produits par le frottement de deux lames métalliques**, par M. J.-M. Gaugain. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 21 mars 1853.)

M. Becquerel, qui a fait une étude approfondie des courants thermo-électriques et des courants produits par le frottement de deux lames métalliques, a depuis longtemps fait cette observation importante : que si l'on range les métaux soumis aux expériences, dans un ordre tel, que chacun d'eux soit négatif par rapport à ceux qui le suivent, et positif par rapport à ceux qui le précèdent, la liste ainsi formée, convient également aux courants thermo-électriques et aux courants produits par le frottement; ce rapprochement conduit tout naturellement à penser que le frottement n'est pas la cause immédiate des courants électriques qu'il paraît développer, qu'il n'agit que comme source de chaleur, et qu'en réalité les courants observés sont de véritables courants thermo-électriques. Cette conséquence ne pouvait manquer de se présenter à l'esprit de M. Becquerel, mais il a cru devoir la rejeter, par une raison qu'il exprime en ces termes (*Traité de Physique*, 1842, tome I, page 474) : « Si, au lieu de frotter légèrement deux lames l'une contre l'autre, on les frappe à coups redoublés, en évitant les frottements latéraux, il ne se produit pas de courant, quoiqu'il y ait plus de chaleur dégagée que dans le premier cas, etc.» Cette expérience ne m'a point du tout paru concluante, parce qu'il n'est aucunement certain que dans le cas de la percussion, la surface de contact des deux lames atteigne une température plus élevée que dans le cas du frottement (il faut bien remarquer que l'intensité du courant produit dépend uniquement de la température des surfaces de contact des deux lames, et non pas de la quantité totale de chaleur produite par l'acte de la percussion ou du frottement). J'ai donc pensé que la question de savoir si le frottement possède, par lui-même, une force électromotrice *sui generis*, ou s'il n'agit en réalité que comme source de chaleur, restait indécise, et pour la résoudre, voici le procédé d'expérimentation que j'ai employé.

Je détermine d'abord, au moyen d'un premier galvanomètre A, l'intensité ($i$) du courant produit par le frottement d'une lame de fer et d'un petit disque de cuivre, et j'apprécie en même temps la température développée par ce frottement, au moyen d'un petit couple (fer et cuivre) incrusté dans le disque frottant et mis en rapport avec un second galvanomètre B; cela fait, je place le disque de cuivre sur la lame de fer dans une position fixe, et, au moyen d'un petit vase rempli d'eau tiède, dont je place l'ouverture sous la lame de fer, j'échauffe le système des deux lames de manière à ramener l'aiguille du galvanomètre B à la position qu'elle occupait pendant le frottement; je note alors la déviation correspondante ($i'$) du galvanomètre A.

Si l'on admet que, pendant toute la durée de l'expérience, la température du petit couple incrusté dans le disque frottant demeure égale à celle des surfaces sur lesquelles le frottement s'exerce, il est bien clair que $i'$ représentera l'intensité du courant produit par le seul échauffement des surfaces frottées, et que ($i - i'$) représentera l'intensité du courant produit par le frottement seul, indépendamment de l'élévation de température; toute la difficulté consiste à maintenir à la même température le petit couple qui sert de thermomètre et la surface de contact des lames frottées; pour satisfaire autant que possible à cette condition, j'ai adopté les dispositions suivantes :

D'abord, je me sers de lames qui ont très-peu de masse; ma lame de fer, qui est de forme ovale, a 35 millimètres de longueur, 20 millimètres de largeur et environ $^1/_{11}$ de millimètre d'épaisseur; le disque de cuivre a 10 millimètres de diamètre et $^1/_4$ de millimètre d'épaisseur; la lame et le disque ont été montés par M. Ruhmkorff, sur des petits cadres en bois qui permettent de les manœuvrer commodément sans leur communiquer de chaleur: on a soin d'ailleurs, quand on procède à l'expérience, de faire reposer la lame de fer sur un corps mauvais conducteur.

Le disque de cuivre porte, comme je l'ai déjà indiqué, trois fils, un fil de fer et deux fils de cuivre : l'un de ces derniers sert à fermer le circuit du galvanomètre A; les deux autres, mis en rapport

avec le galvanomètre B, forment le couple thermomètre; le fil de fer appartenant à ce couple traverse toute l'épaisseur du disque, de manière que sa section se trouve dans le plan même de la surface frottée du disque.

Au moyen de ces dispositions, l'équilibre de température s'établit assez rapidement entre le petit couple et les surfaces frottées, mais il ne s'établit pas pourtant instantanément; quand ce frottement s'accélère, la déviation de A augmente plus vite que celle de B, et elle diminue plus tôt aussi quand le frottement se ralentit; il est donc nécessaire de frotter d'un mouvement uniforme, et de n'observer les déviations des deux instruments, que quand les aiguilles sont arrivées à un état à peu près stationnaire. Dans chacune de mes expériences, on a frotté pendant sept minutes, et l'on a observé les déviations du galvanomètre pendant les quatre dernières minutes seulement; durant cet intervalle de temps, on a noté toutes les déviations maxima et minima de chacun des deux instruments, et l'on a pris ensuite les moyennes de toutes ces observations.

Maintenant voici le résultat auquel je suis arrivé : la différence $i-i'$, tantôt positive, tantôt négative, n'excède jamais 2 ou 3 degrés ; en moyenne elle est sensiblement nulle.

D'après cela, je crois être en droit de conclure que les courants produits par le frottement de deux lames métalliques ne sont pas autre chose que des courants thermo-électriques[1].

[1] Ne pourrait-on point, tout en admettant avec M. Gaugain l'identité des courants thermo-électriques et de frottement, en tirer une conclusion un peu différente, et y voir la preuve que la chaleur et le frottement n'agissent l'un et l'autre que par le dérangement moléculaire qu'ils déterminent. L'influence si bien établie par M. Magnus de la constitution moléculaire des corps sur les phénomènes thermo-électriques, est de nature à corroborer cette manière de voir qui tendrait à rattacher à une cause commune les deux genres d'effet sans subordonner, ce qui me paraît difficile, l'un à l'autre. (R.)



## CHIMIE.

57. — **Observations sur la sursaturation des dissolutions salines**, par M. H. Lœwel. (*Annales de Chimie et de Phys.*, tome XXXVII, p. 155.)

Nous avons rendu compte, il y a trois ans [1], des observations très-curieuses faites par M. Lœwel sur la sursaturation d'une dissolution de sulfate de soude et sur l'influence de certains corps pour détruire cet état. La conclusion essentielle de ces expériences était qu'une dissolution de ce sel saturée à chaud, ne dépose jamais de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau lorsqu'elle se refroidit dans un espace limité; elle ne laisse cristalliser dans ce cas, si la température s'abaisse suffisamment, qu'un sel moins hydraté, que des analyses exactes lui ont fait connaître comme ne renfermant que 7 équivalents d'eau; mais ce sel a une très-grande solubilité, ensorte que la dissolution demeure sursaturée par rapport au sulfate de soude ordinaire à 10 HO. Si, dans cet état, cette dissolution se trouve exposée au contact de l'air libre, ou de certains corps, comme des baguettes de verre ou de métal qui aient subi elles-mêmes pendant un certain temps le contact de l'air libre, elle se prend subitement presque en masse par la formation instantanée du sel 10 HO, et, si elle contenait des cristaux précédemment formés de sel à 7 HO, la même modification s'étend à ces cristaux, qui changent de nature et deviennent opaques. M. Lœwel concluait de ses expériences que l'air ou les autres corps qui déterminent subitement la cristallisation du sel à 10 HO n'exercent point, dans ce cas, une action purement mécanique comme on l'a souvent supposé, mais que cette cristallisation subite est l'effet d'une de ces actions mystérieuses de contact, appelées par Berzélius *actions catalytiques*, et dont la science n'a pu, jusqu'à présent, donner d'explication satisfaisante.

Depuis cette époque, deux autres chimistes, MM. Goskynsky et M. Selmi, ont prétendu que l'air ne détermine la cristallisation du sulfate de soude qu'en produisant une évaporation superficielle, d'où résulte la formation de quelques rudiments de cristaux dont

[1] Voyez Bibl. Univ. (Archives), tome XIII, page 228.



la présence entraîne la cristallisation de la masse liquide toute entière. Le mémoire actuel de M. Lœwel est destiné à montrer la fausseté de cette explication.

Ce savant observe d'abord que quelques-unes de ses anciennes expériences établiraient déjà le peu de fondement de cette supposition. En effet, il avait constaté que l'état de sursaturation se conservait dans une dissolution de sulfate de soude refroidie dans une capsule, sous une cloche de verre, à côté de vases contenant de la chaux vive et du chlorure de calcium. La présence de ces corps desséchait continuellement l'atmosphère contenue sous la cloche, et rendait ainsi l'évaporation de la dissolution tout aussi rapide qu'à l'air libre ; malgré cela elle ne se prenait jamais en masse et ne laissait déposer que du sel à 7 HO. Mais ne se contentant pas de cette simple observation, M. Lœwel a institué plusieurs nouvelles séries d'expériences qui viennent toutes à l'appui de ses conclusions antérieures.

Ces expériences consistaient à préparer les dissolutions sursaturées de sulfate de soude dans des fioles fermées par des bouchons de liége, que traversaient deux tubes de verre, dont l'un plongeait au-dessous de la surface du liquide. L'autre étant mis en communication avec un flacon aspirateur, il était facile de faire circuler dans la liqueur sursaturée un courant d'air plus ou moins rapide. On déterminait la vitesse du courant d'air, et le temps pendant lequel il fallait le faire passer pour atteindre l'instant où la dissolution se prenait en masse.

Les expériences ont été faites successivement avec l'air atmosphérique ordinaire, avec de l'air qui avait traversé un tube garni de pierre ponce mouillé et qui était par conséquent saturé d'humidité, et enfin avec de l'air complétement desséché, soit par l'acide sulfurique concentré, soit par la potasse caustique fondue. Chaque série renferme un très-grand nombre d'expériences ; en effet, les résultats ne sont jamais absolument constants ; dans des circonstances, qui paraissent tout à fait identiques, le temps nécessaire pour déterminer la cristallisation varie quelquefois dans des limites assez étendues, en sorte que ce n'est que par la comparaison d'un

grand nombre d'expériences qu'on peut juger avec certitude de l'influence des causes que l'on veut étudier.

L'inspection des tableaux dans lesquels M. Lœwel a réuni les résultats de ses essais conduit d'une manière indubitable à ce fait important, que l'air atmosphérique ordinaire, qu'il soit pris par des jours secs ou humides, peu importe, détermine bien plus rapidement la cristallisation du sulfate de soude que le même air lorsqu'il a été préalablement, soit saturé de vapeur, soit desséché. Le passage de l'air absolument sec donne lieu, il est vrai, à une concentration de la liqueur, et par suite à la production de cristaux qui se déposent peu à peu, mais ceux-ci ne sont formés que de sulfate à 7 HO, comme ceux que détermine un abaissement plus considérable de température, et leur présence ne donne point lieu à la cristallisation en masse.

A ces trois séries M. Lœwel en a ajouté une quatrième, dans laquelle il se servait d'air atmosphérique qui, sans que son état hygrométrique fût modifié, avait traversé trois flacons de verre, parfaitement propres et secs, ainsi que les tubes qui les mettaient en communication. Dans ce cas encore il a fallu, pour déterminer la cristallisation en masse des dissolutions sursaturées, un courant beaucoup plus rapide ou plus prolongé, que lorsque l'air n'avait traversé qu'un seul tube de verre d'une faible longueur.

Il semble résulter de ces expériences, que c'est le frottement de l'air contre les parois des tubes ou des substances dont on les remplit, soit pour le dessécher, soit pour le saturer d'eau, qui le rend *adynamique*, c'est-à-dire, lui fait perdre, en plus ou moins grande partie, la propriété de déterminer la formation du sulfate à 10 HO. En tout cas, il est démontré que la cristallisation en masse de ce sulfate n'est point due à l'évaporation superficielle déterminée par la présence de l'air.

---

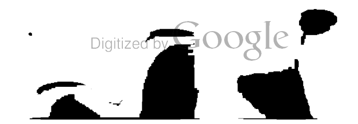
58. — EXPOSITION DE QUELQUES FAITS RELATIFS A L'ACTION RÉCIPROQUE DES SELS SOLUBLES, par M. J. MALAGUTI. (*Annales de Chimie et de Physique,* tome XXXVII, p. 198.)

Berthollet a montré que lorsque deux sels solubles sont de telle



nature, qu'il puisse se former un sel insoluble par un échange réciproque de leurs bases et de leurs acides, cet échange aura lieu dès que l'on mêlera les dissolutions de ces deux sels, et qu'ils subiront ainsi une double décomposition. Dans le cas, au contraire, où il ne résulterait de cet échange aucun produit insoluble, aucun phénomène apparent ne se manifeste, rien ne prouve en général qu'une décomposition ait lieu ; cependant les chimistes ont généralement admis que les acides et les bases se partagent dans ce cas en raison de leurs masses et de leurs affinités réciproques, de telle sorte que l'acide le plus fort et la base la plus puissante se combinent en grande partie l'un avec l'autre, et que le résultat définitif est le même que si les combinaisons primitives n'eussent pas existé. Par exemple, le mélange de deux dissolutions renfermant, l'une un équivalent d'acétate de baryte, l'autre un équivalent d'azotate de plomb donnera un produit identique avec celui qu'on obtiendrait par le mélange de deux autres dissolutions, contenant un équivalent d'azotate de baryte et un équivalent d'acétate de plomb.

Cette opinion cependant, ne paraît pas reposer jusqu'à présent sur des expériences positives, et il semble difficile, en effet, d'en démontrer l'exactitude puisqu'il s'agit précisément du cas où tous les sels demeurent dissous et par conséquent mélangés. La concentration de la liqueur, et la cristallisation, feraient intervenir une cause étrangère comparable à l'insolubilité et qui pourrait modifier complétement les résultats de l'expérience. M. Malaguti a cependant réussi à découvrir une méthode qui paraît, jusqu'à un certain point, à l'abri de ce grave reproche, et qui permet, dans plusieurs cas, de constater si l'action réciproque des deux sels solubles a bien eu lieu conformément à la règle que nous venons de rappeler. Cette méthode consiste à choisir deux sels solubles dans l'eau, dont un seul soit insoluble dans l'alcool, et susceptibles de former par un échange de leurs éléments deux nouveaux sels solubles dans l'eau, dont l'un au moins soit encore insoluble dans l'alcool. Il faut encore que l'eau et l'alcool ne puissent exercer aucune action décomposante sur les sels que l'on veut mélanger, ni sur ceux qui résulteront de leur action réciproque. Ces conditions restreignent sans



doute beaucoup le nombre de sels sur lesquels on pourra opérer, mais il en reste encore suffisamment pour qu'il soit intéressant de rechercher comment ils se comporteront. Les deux sels étant dissous dans l'eau seront mélangés, le mélange abandonné longtemps à lui-même ou porté quelque temps à l'ébullition pour bien compléter l'action qu'ils peuvent exercer l'un sur l'autre, puis on jettera ce mélange dans un volume d'alcool suffisant pour précipiter complétement les deux sels insolubles dans ce véhicule. L'analyse de ce précipité fera connaître le mode qu'a suivi la décomposition.

Supposons, par exemple, qu'on ait mêlé deux dissolutions aqueuses contenant un équivalent d'acétate de baryte et un équivalent d'azotate de plomb; suivant l'opinion généralement admise, qui dérive des principes posés par Berthollet, il se formera une certaine quantité d'azotate de plomb et d'acétate de baryte. Or, les acétates de baryte et de plomb étant solubles dans l'alcool tandis que les azotates de ces bases y sont insolubles, en versant le mélange dans un excès d'alcool, les azotates seront précipités, et il suffira d'analyser ce dépôt pour déterminer les proportions relatives de baryte et d'oxyde de plomb, et en conclure quelle est la proportion d'acétate de baryte qui a été décomposée et convertie en azotate. Si l'on fait une seconde expérience en mêlant des dissolutions aqueuses d'azotate de baryte et d'acétate de plomb, et précipitant de même par l'alcool, on verra si le résultat est effectivement indépendant de la nature des combinaisons dans lesquelles se trouvaient primitivement engagés les acides et les bases.

Il resterait, il est vrai, à démontrer que le contact de l'alcool ne fait que séparer les sels qui existaient dans la dissolution aqueuse, et qu'il ne donne pas lieu lui-même à un partage qui ne se serait pas effectué avant cette addition ou qui aurait eu lieu d'une manière différente. Or, ce fait ne peut être démontré. Mais si l'on remarque que les deux azotates sont également insolubles dans l'alcool, tandis que les deux acétates sont tous deux solubles, on ne voit aucune raison pour laquelle l'addition de ce liquide changerait le mode de partage de chaque acide entre les deux bases. D'ailleurs, en ne prenant que le fait en lui-même, il demeure également inté-

ressant de savoir suivant quelle règle se sera opéré le partage en présence de l'acool.

M. Malaguti exprime le résultat de ses expériences par des chiffres qu'il appelle *coefficient de décomposition*. Par exemple, s'il mêle un équivalent de sulfate de potasse et un équivalent d'acétate de soude, et si, après l'expérience, il trouve encore les $^{64}/_{100}$ du sulfate de potasse, il dit que le coefficient de décomposition a été, dans ce cas, égal à 36.

Voici le résumé de ses expériences, exprimé par un tableau en deux colonnes contenant : l'une, les coefficients plus grands que 50, l'autre les coefficients au-dessous de ce chiffre :

*Couples salins dont le coefficient de décomposition est*

| *supérieur à* 50. | | *inférieur à* 50. | |
|---|---|---|---|
| Acétate de potasse.... <br> Azotate de plomb..... | 92.0 | Acétate de plomb..... <br> Azotate de potasse.... | 9,0 |
| Chlorure de potassium. <br> Sulfate de zinc....... | 84,0 | Chlorure de zinc ..... <br> Sulfate de potasse .... | 17,6 |
| Acétate de baryte..... <br> Azotate de plomb..... | 77,0 | Acétate de plomb..... <br> Azotate de baryte..... | 22,0 |
| Chlorure de sodium... <br> Sulfate de zinc........ | 72,0 | Chlorure de zinc..... <br> Sulfate de soude...... | 29,0 |
| Acétate de baryte..... <br> Azotate de potasse.... | 72,0 | Acétate de potasse.... <br> Azotate de baryte..... | 27.0 |
| Acétate de potasse .... <br> Azotate de strontiane.. | 67,0 | Acétate de strontiane.. <br> Azotate de potasse.... | 36,0 |
| Acétate de strontiane.. <br> Azotaté de plomb..... | 65,5 | Acétate de plomb..... <br> Azotate de strontiane.. | 33,0 |
| Acétate de potasse.... <br> Sulfate de soude...... | 62,0 | Acétate de soude..... <br> Sulfate de potasse..... | 36,5 |
| Chlorure de potassium. <br> Sulfate de manganèse.. | 58,0 | Chlorure de manganèse. <br> Sulfate de potasse..... | 42,5 |
| Chlorure de potassium. <br> Sulfate de magnésie... | 56,0 | Chlorure de magnésium <br> Sulfate de potasse .... | 43,0 |
| Chlorure de sodium... <br> Sulfate de magnésie... | 54,5 | Chlorure de magnésium <br> Sulfate de soude...... | 45,8 |

Le premier résultat qui ressort de l'inspection de ce tableau, c'est que les coefficients de décomposition de deux couples salins formés des mêmes éléments, mais groupés inversément, sont sensiblement complémentaires. On peut conclure de là qu'il est exact d'admettre, comme on le fait généralement, que, lorsque divers sels ont été mélangés, les acides et les bases se partagent suivant leurs affinités, sans que la nature des combinaisons initiales ait aucune influence sur ce mode de partage.

En second lieu, on voit que les coefficients de décomposition les plus élevés se rapportent en général, aux couples salins où l'acide et la base, que l'on considère comme doués d'une forte énergie chimique, se trouvent initialement séparés dans les deux sels. C'est donc aussi avec raison que l'on admet que, dans l'action réciproque des sels solubles, les acides puissants tendent à se combiner aux bases fortes.

Ainsi, l'on peut dire que ces expériences confirment d'une manière générale la théorie de Berthollet.

On remarque cependant une exception pour les deux couples qui renferment les acides azotique et acétique et les bases potasse et baryte. Faut-il en conclure que la baryte est réellement une base plus puissante que la potasse? M. Malaguti ne va pas jusqu'à admettre cette conclusion, cependant il semble l'indiquer comme possible. Il cite même deux expériences qui viendraient peut-être à l'appui de cette opinion. En mêlant de la potasse avec de l'azotate de baryte, ou inversement, de la baryte avec de l'azotate de potasse, puis précipitant les azotates par l'addition d'esprit de bois, il a trouvé que la potasse ne décompose que 6,9 pour 100 de l'azotate de baryte, tandis que la baryte décompose 93,6 pour 100 de l'azotate de potasse.

Cette anomalie nous suggère l'observation suivante. Sans doute le procédé expérimental suivi par l'auteur restreint autant que possible l'influence des causes accessoires (insolubilité ou différence de solubilité), qui interviennent habituellement pour modifier les effets dus à l'affinité chimique, dans la réaction réciproque des sels ; mais il est difficile de croire qu'il l'annule complétement. Des sels solu-

bles dans l'eau sont rarement absolument insolubles dans un mélange d'eau et d'alcool, même lorsque ce dernier domine dans le mélange. D'ailleurs, le mélange de la dissolution aqueuse et de l'alcool ne pouvant pas être instantané, l'insolubilité n'est réalisée qu'au bout d'un certain intervalle de temps, qui peut bien être très-court, mais qui doit être suffisant cependant pour qu'une modification se produise dans la nature des sels. On peut conclure de là que le précipité formé par l'alcool ne représentera pas toujours exactement les sels qui existaient dans la dissolution aqueuse, et que toutes les fois que l'un deux sera plus facilement précipité que l'autre par l'alcool de sa dissolution dans l'eau, on le trouvera en excès dans le précipité.

Nous n'avons pas de données sur le degré relatif de solubilité des azotates de potasse et de baryte dans des mélanges d'eau et d'alcool, mais si l'on remarque que celui de potasse se dissout à la température ordinaire dans $3^1/_2$ fois son poids d'eau environ, tandis que celui de baryte en exige 12 fois son poids, on peut regarder comme très-probable que ce dernier sel est bien plus facilement précipité par l'alcool que le premier.

Peut-être ce fait est-il la cause unique de l'anomalie signalée par M. Malaguti. Cette supposition serait peut-être justifiée par la remarque suivante. Lorsque l'insolubilité relative des azotates de potasse et de baryte n'est plus directement mise en jeu, on voit le premier de ces sels reprendre la place qu'indique la théorie. Il résulte, en effet, des expériences de M. Malaguti, que l'acétate de plomb ne décompose que 9 pour 100 d'azotate de potasse, tandis qu'il décompose 22 pour 100 d'azotate de baryte.

Quoi qu'il en soit, ces expériences nous semblent offrir un haut degré d'intérêt; il est à désirer qu'elles soient étendues autant que possible, car il semble que, sans sortir des conditions que s'est imposées l'auteur, beaucoup d'autres couples salins pourraient encore être étudiés de la même manière. Il y aurait aussi de l'intérêt à faire varier les quantités relatives des deux sels mis en présence, pour faire ressortir l'influence des masses. C. M.

---

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

59. — DIE GEGEND, ETC. LES ENVIRONS DE ZURICH PENDANT LA DERNIÈRE PÉRIODE DU MONDE PRIMITIF, par M. A. ESCHER DE LA LINTH. Brochure in-4°, 1852.

Sous ce titre, l'auteur ne s'est pas borné à dépeindre ce qu'étaient les environs de Zurich durant la dernière époque géologique, c'est-à-dire à l'époque glaciaire, mais il a aussi donné de nombreux et importants détails sur la distribution du terrain erratique dans toute la Suisse. Ce travail, où il rappelle les recherches de M. Guyot sur le même sujet, est accompagné d'une petite carte présentant les limites des glaciers de l'Arve, du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Linth et du Rhin, durant leur plus grande extension. M. Escher a cherché à déterminer dans chacune de ces vallées la limite des glaciers réservoirs et des glaciers d'écoulement pendant l'époque glaciaire. La petitesse de l'échelle de la carte ($^{1}/_{00})_{12000}$ lui a facilité ce tracé, qui présenterait de sérieuses difficultés dans une carte plus grande.

Les anciennes moraines que M. Escher signale présentent la forme d'un vaste fer à cheval, dont la concavité est tournée du côté de la vallée au débouché de laquelle elle se trouve ; elles offrent, du moins les plus importantes, un alignement remarquable ; ce sont d'abord les deux moraines déposées par le même glacier, l'une immédiatement au nord de la ville de Berne, l'autre au sud ; une autre moraine entoure l'extrémité nord du lac de Sempach ; elle a dans certains endroits jusqu'à deux cents pieds d'élévation au-dessus du sol. Plus au nord-est on voit la moraine de l'extrémité nord du petit lac de Baldegg. D'autres moraines se trouvent encore dans la même direction, l'une un peu au sud de Bremgarten, d'autres aux extrémités nord des lacs de Zurich et de Greifen.

L'alignement de toutes ces limites d'anciens glaciers du sud-ouest au nord-est est remarquable. N'indique-t-il pas qu'il y a eu dans la retraite des grands glaciers qui avaient envahi la plaine suisse tout entière un temps d'arrêt qui aura sans doute été produit par une circonstance agissant sur tous les glaciers à fois.

L'on trouve cependant quelques moraines qui ne sont pas dans l'alignement des précédentes, telles sont celles de Rapperschwyl et d'Andellingen (Thurgovie). Il ne peut en être autrement.

Parmi les faits nouveaux signalés par M. Escher, nous remarquerons ceux qui ont rapport à la régularité de la distribution de certaines roches bien caractérisées. Tous ces faits s'expliquent avec une grande facilité par la théorie de l'ancienne extension des glaciers.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans l'examen qu'il fait des diverses théories énoncées depuis quelques années dans le but d'expliquer la distribution du phénomène erratique dans la Suisse, M. Escher adopte l'idée de l'ancienne extension des glaciers, et voici la théorie par laquelle il explique cette extension.

Il remarque que dans certains moments la neige fond dans les Alpes avec une telle rapidité, que quelques jours suffisent pour que les localités où il s'en trouve en grande abondance changent complétement d'aspect. Si l'on demande à un paysan quelle est la cause de ce changement si subit, il répond que c'est le *Feune* (vent du sud très-chaud) qui a soufflé, et il ajoute : « Le bon Dieu et le bon soleil n'enrichissent pas si le *Feune* ne souffle pas » Les années pendant lesquelles le feune souffle peu ou point sont donc très-favorables à l'accroissement des neiges et des glaciers ; mais si ce vent ne soufflait jamais, ou s'il ne possédait pas la température élevée que nous lui connaissons, le climat de la Suisse serait singulièrement plus froid et les glaciers se développeraient de manière à couvrir une grande partie de cette contrée.

Le feune tire maintenant sa chaleur du centre de l'Afrique, et entre autre du désert de Sahara. Si donc cette partie de l'Afrique avait été anciennement à l'état de mer, les glaciers des Alpes devaient avoir une grande extension pendant cette période. Eh bien, le savant Ritter, qui n'avait certainement pas en vue la théorie des glaciers, a fait connaître dans sa géographie de l'Afrique qu'à une époque très-récente le centre de ce continent était probablement sous les eaux et « qu'il est encore à l'état de passage de l'Océan au continent. »

Le feune n'a donc pas toujours soufflé ou du moins n'a pas toujours eu la température élevée qu'il a maintenant, et c'est son in-



fluence, qui ne date que de l'époque moderne à laquelle le centre de l'Afrique a été émergé, qui a fait succéder dans nos contrées un climat tempéré à un climat glacial.

---

60. — Sur les marées, le lit et les côtes de la Mer du Nord ou mer d'Allemagne, par M. J. Murray. (*Société royale de Londres,* 27 mai 1852.)

Lorsqu'on examine les côtes occidentales de l'Irlande, de l'Ecosse et de la Norwége, on est frappé des analogies qu'elles présentent dans leurs formes. Cette configuration est due à l'action du grand flot atlantique de la marée, il vient en particulier battre avec une force incroyable les côtes de la Norwége, entre les îles Lafoden et Stadland; une partie du courant se dirige au nord et une autre au sud, dans cette dernière direction, il a creusé tout près de la côte, jusqu'à Sleeve, à l'entrée de la Baltique, un long canal de 100 à 200 brasses de profondeur, et large de 50 à 1000 milles. Les détritus qui sont arrachés aux côtes de l'Angleterre, de l'Ecosse et de l'Irlande, par le flux de la marée, sont transportés dans la Mer du Nord où ils se déposent maintenant et où ils ont pour effet d'élever le fond de la mer, de former des bancs de sable et des écueils, d'encombrer les bouches du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut, et de former des îles sur la côte de la Hollande, ce pays a probablement été en partie constitué par ce moyen, ainsi qu'une partie de la Belgique, du Schleswig, du Danemark, du Juthland et des îles du Cattegat.

Mais avant l'époque où le flot de la marée a été arrêté par ces terres basses que lui-même a en partie créées, il se dirigeait directement vers les côtes de l'Allemagne, et, en pénétrant dans la Baltique, il élevait les eaux de cette mer au-dessus de ce qu'elles sont à présent. Peu à peu cet état de choses a changé et les marées, ne peuvent plus pénétrer dans la Baltique. On peut ainsi expliquer par un abaissement graduel des eaux, les phénomènes signalés sur les côtes du golfe de Bothnie, que l'on a cru être un soulèvement de la partie septentrionale de la Scandinavie.

---

61. — SUR LA GÉOLOGIE DE LA PROVINCE DE CONSTANTINE, par M. COQUAND. — NOTICE GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE SUR LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA PROVINCE D'ORAN, par M. VILLE. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1852, IX, p. 339 et 363.)

La connaissance de la superposition des terrains de sédiments qui composent une grande partie de la surface du globe est maintenant tellement avancée que les voyageurs qui nous rapportent la description de contrées nouvelles ne font que confirmer ce qui a été reconnu en Europe. Cette réflexion nous a été suggérée par l'examen de deux notices sur la géologie de l'Algérie, elle s'appliquerait également bien à la description de contrées plus éloignées.

La première de ces notes est due à M. Coquand. C'est un tableau des formations qui constituent le sol de la province de Constantine. On voit qu'il est formé de schistes cristallins sur lesquels repose le terrain triasique, lequel est recouvert par les différents étages du terrain jurassique moins l'étage supérieur qui paraît manquer. Au-dessus, on rencontre les trois étages du néocomien, recouverts par le gault, le grès vert, la craie chloritée, la craie tuffeau, la craie blanche et la craie de Maëstricht.... Enfin dans les terrains tertiaires se trouvent les étages nummulitiques, lacustre, gypsifère, moyen marin et supérieur.

Dans la seconde de ces deux notes, M. Ville décrit quelques petits îlots formés de granit grisâtre ou rose, contenant des tourmalines, l'un d'eux se trouve chez les Beni-Senous, un autre plus considérable se rencontre près de Nédroma où il est enclavé, dans le terrain crétacé inférieur, au travers duquel il a fait irruption. Au contact, ce dernier terrain présente de singulières modifications, certaines argiles, par exemple, sont changées en micaschistes maclifères. On trouve quelques îlots de porphyre sur la rive gauche de la Tafna et d'autres formés de basalte pas loin de Djemma-Gazaouat

Le terrain crétacé inférieur s'appuie, comme nous l'avons dit, sur les roches granitiques, par conséquent le trias et le terrain jurassique qui sont puissants dans la province de Constantine man-

quent dans celle d'Oran. Le terrain crétacé forme une bande de 30 à 40 kilomètres de largeur, qui venant du Maroc se dirige à l'est-nord-est et se termine au sud de Tlemcen. Il est très-métallifère. Il est formé de calcaire gris, de dolomie, de grès quartzeux rougeâtre, et à Aadjar Roum il contient beaucoup de fossiles. Ce terrain constitue encore un massif plus au nord qui s'étend du Maroc à la mer, et à la rive gauche de la Tafna. Il est plus accidenté et aussi métallifère que le précédent.

L'auteur ne signale aucune formation intermédiaire entre la précédente et le terrain tertiaire moyen qui s'étend entre les deux massifs crétacés dont nous avons parlé. Il est caractérisé par l'ostrea elongata. Dans les environs de Tlemcen, on reconnaît l'ancien rivage de la mer tertiaire, aux nombreux trous des Pholades placés sur le terrain crétacé. Leur position indique que le cours des eaux n'a pas beaucoup changé depuis l'époque tertiaire. On trouve dans ce terrain deux dépôts de lignite qui ne sont pas sans importance.

Le terrain tertiaire supérieur constitue tout le fond de la vaste cuvette du Sebkha d'Oran, il est composé de calcaire marin qui fournit à Oran d'excellentes pierres de construction.

Le terrain quaternaire est fort répandu, il recouvre indifféremment tous les autres terrains, on le trouve à Tlemcen, à la Tafna, au Maroc, sur les deux rives de l'Isser, etc. Les couches supérieures de travertins contiennent beaucoup de coquilles terrestres identiques à celles qui vivent maintenant. Les alluvions se trouvent dans le fond des principales vallées.

M. Ville termine sa notice par une énumération des localités où l'on rencontre les minéraux utiles, tels que les suivants : calcaires hydrauliques, terre à porcelaine, pouzzlanes, gypse, sel gemme, soufre, minerais de fer, de manganèse, de plomb, de cuivre, de mercure, et enfin il indique les sources minérales. Il résulte de ce tableau que la province d'Oran présente beaucoup de richesses minérales, et que l'on peut espérer de voir ses richesses s'augmenter encore par une étude plus complète du sol.

———

62. — SUR LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DES ALPES, par M. Ad. SCHLAGINTWEIT. (*Société scientifique de Berlin*, mars 1852.)

L'auteur a jeté dans cette notice un coup d'œil rapide sur les traits généraux de la structure orographique et géologique des Alpes. Ce travail est un résumé des faits décrits antérieurement, soit par lui-même, soit par d'autres savants. Les Alpes qui, depuis de Saussure, ont été le théâtre de nombreuses recherches, présentent une masse telle qu'étant étendue sur la surface de l'Europe, elles en exhausseraient le sol de 21 pieds. Elles se dirigent du sud au nord de Nice en Savoie, et du sud ouest au nord-est de ce pays en Hongrie.

Elles sont formées non pas par des chaînes parrallèles mais par des groupes indépendants, constitués de roches cristallines autour desquelles se groupent les roches neptuniennes. Ces massifs centraux n'ont pas tous la même structure, ni la même composition. En effet, des coupes idéales prises au travers des massifs du Mont-Blanc et du Mont-Rose, font bien ressortir la différence de structure de ces montagnes. La première présente un bel exemple de la structure en éventail, tandis que dans la seconde les couches des schistes cristallins sont recourbées en forme de voûte, et quant à la composition de ces massifs centraux, les uns sont formés de granit ou de protogine, les autres de micaschistes, de gneiss ou de schiste chloriteux (grossglockner).

Les formations de sédiments ne sont pas uniformément distribuées, les terrains paléozoïques n'ont été reconnus que dans les Alpes orientales ; la formation carbonifère est représentée par le terrain anthraxifère du Dauphiné, de la Savoie, etc ; le trias se trouve dans les Alpes méridionales, les terrains jurassiques, crétacés et nummulitiques sont plus généralement répandus ; les molasse, nagelflue, etc., sont en dehors des grandes chaînes.

Les flancs des montagnes présentent une certaine uniformité d'inclinaison qui est un peu au-dessous de 35° dans les vallées transversales, de 20° à 25° dans les vallées longitudinales, de 45° à 50° et même de 60° à 65° dans les grands pics isolés et de 70° à 75° dans le fond de certains cirques (Macugnaga).

L'auteur s'occupe ensuite de certaines données hypsométriques, de la configuration des vallées (voyez *Archives*, XX, 154), et de certains renversements dans les terrains qui amènent les terrains anciens au-dessus des terrains récents. Il termine en parlant du phénomène erratique dans lequel il ne fait jouer aux glaciers qu'un petit rôle.

---

63. — Description géologique du dépôt de soufre de Szwoszowice, près de Cracovie, par M. le professeur Zeuschner. (*Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou*, 1851 ; n° III, p. 188.)

On a longtemps hésité sur l'époque de la formation des dépôts de sel de Wieliezka, exploités depuis le treizième siècle. L'on a reconnu maintenant qu'ils appartiennent à la partie supérieure des terrains tertiaires miocènes, et que la mer qui les a déposés remplissait un détroit de deux lieues de largeur ayant différents embranchements dans les vallées voisines. Ce détroit était formé par les roches du grès carpathique, qui paraît devoir être rapporté au terrain néocomien. Ces mêmes dépôts continuent probablement dans la Gallicie orientale, dans la Moldavie, la Valachie, la Hongrie, et la Transylvanie, les sels y sont liés à de grandes masses de gypse et de soufre. Le gisement de soufre de Szwoszowice est un des plus intéressants. Il est placé dans des marnes tertiaires avec lesquelles il alterne, son épaisseur est de 243 pieds viennois [1]. L'on a trouvé dans ces marnes des végétaux fossiles, des feuilles de dycotylédones dont M. Unger a déterminé une vingtaine d'espèces. L'on y a aussi trouvé deux coquilles remplies de soufre, l'une était un pecten, l'autre était voisine des natices.

Ce dépôt se trouve intercalé sous forme de coin entre les assises de sel de Sydzina et de Wicliezka ; il doit, selon toute probabilité, son origine à une cause locale, mais d'après les contournements que présentent les couches, on peut conclure qu'il a été dérangé de sa position primitive. L'auteur ne pense pas qu'il soit produit par subli-

[1] Un pied de Vienne = 0m,316.

mation, parce que les couches alternent d'une manière trop régulière avec d'autres couches d'une origine évidemment sédimentaire, mais selon lui, il provient de la décomposition de sources sursaturées de gaz hydrogène sulfuré.

Dans certaines cavités du soufre, on trouve du quarz blanchâtre quelquefois prismé ou dodécaèdre, ainsi que du gypse et du sulfate de baryte qui semble exclure le gypse dans les points où il est répandu.

---

64. — Sur la présence du quartz dans les soufrières de l'intérieur de la Sicile.

Nous remarquerons, à l'occasion de cette singulière association de quartz et de soufre signalée par le professeur Zeuschner à Szwoszowice, dans l'article précédent, que nous avons fait une observation semblable en Sicile. Nous l'avons faite dans la soufrière de San Cataldo, près Caltanisetta, et nous avons rapporté des échantillons qui représentent bien cette association. Ce sont des groupes de stalactites larges et minces de quartz blanchâtre. Elles se sont déposées sur le soufre, et des cristaux de soufre se sont également groupés dans les extrémités de ces stalactites ; ce qui semble bien indiquer que le soufre et le quartz se sont formés simultanément.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler à cette occasion que M. Cordier a trouvé des petites masses concrétionnées de soufre dans des laves fortement altérées et pénétrées de cristaux de soufre provenant du pic de Ténériffe, et que M. Deville a également reconnu ces petits dépôts de quartz dans les roches de la soufrière de la Guadeloupe. (Deville. Voyage géologique aux Antilles, etc., t. I, p. 71.)

A. F.

---

65. — Observations sur l'origine du guano des îles Cuincha, par M. Werugren. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Stockholm,* 1851, p. 155.)

M. le capitaine Werugren, qui a visité dernièrement les îles Chincha, a été porté à croire que les puissantes couches de guano



qui les recouvrent, n'ont pas été formées seulement par des oiseaux de mer, mais surtout par des phoques qui sont très-abondants dans ces parages.

Ces îles, qui s'élèvent environ à 300 pieds au dessus de la mer, sont au nombre de quatre; leurs bords escarpés les rend inaccessibles, sauf à de rares endroits où se trouve une baie sableuse. La plus grande des îles présente quatre baies semblables, la seconde trois et la troisième une. De chaque baie s'élève une espèce de chemin, creusé dans le guano et qui, en serpentant, conduit par une pente peu rapide jusqu'au sommet où il disparaît. Ces chemins, dont la surface est beaucoup plus dure et d'une couleur plus claire que le reste du guano, ont été faits par les phoques qui vont se reposer au sommet des îles.

Après un mois d'essais journaliers et infructueux, M. Werugren a réussi, par une matinée calme, à aborder et gravir celle de ces îles qui n'offre qu'une seule baie, et qui, selon toute apparence, n'avait pas encore été visitée par les hommes. Il a trouvé au sommet une foule de ces amphibies, ayant toute leur croissance, dans un état de putréfaction plus ou moins avancé, et que leur grand âge avait peut-être empêché de regagner la mer par le chemin rapide.

Il est vrai que si les phoques sont très-abondants et que leur genre de vie semble indiquer qu'ils ont une grande part à la formation du guano, les oiseaux de mer sont aussi extrêmement nombreux, font leur nid dans le guano même, et ont les premiers attiré l'attention; mais, pendant la journée, ils se tiennent sur de petits pics de rochers qui sortent de l'eau, et sont lavés par la mer. Enfin, une de ces îles, qui est plus petite et ne présente point de baie de sable par laquelle les phoques puissent monter, n'est recouverte que d'une couche de guano assez mince, d'une couleur plus blanchâtre et qui ne ressemble pas au guano des autres îles.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE MARS 1858.

Le 2, à 3 h., beau halo solaire
» 7, à 7 h. 30 m. du soir, belle lumière zodiacale.
» 12, forte gelée blanche.
» 13, gelée blanche.
» 15, gelée blanche.
» 18, halo solaire depuis 10 h. 15 m. du matin, jusqu'au coucher du soleil; toute la soirée, halo lunaire.
» 20, halo lunaire dans la soirée.
» 21, halo solaire tout le jour, de 11 h. 45 m. à midi 30 m. le cercle parhélique est visible avec une parfaite netteté, les parhélies de 5 à 6 degrés en dehors du halo sont superbes; l'arc tangent supérieur au halo est également très-brillant, ses branches prolongées semblent passer par les parhélies; l'arc tangent inférieur est un peu effacé. A 3 h. 45 m., le cercle parhélique est encore visible, mais à peine, et en partie seulement; les parhélies sont toujours très-brillants et presque en contact avec le halo. Le second halo est invisible, mais on voit très-bien l'arc tangent supérieur à ce halo. Halo lunaire toute la soirée.
» 23, halo solaire à plusieurs reprises dans la matinée.
» 26, gelée blanche, halo solaire de midi à 1 h. 30 m.
» 30, faible halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

Température du Rhône:

| | | |
|---|---|---|
| 1re | décade, | + 5°,00 |
| 2me | » | + 5°,93 |
| 3me | » | + 5°,13 |
| | Mois | + 5,°30 |

Minimum le 1er + 4°,06. Maximum le 30 + 6°,36.

## GENÈVE. — Mars 1858.

| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | EAU dans les | VENT | Clarté moy. du | Limnimètre à midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s. | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim. | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | 24 h | dominant. | Ciel. | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm. | | | pouces. |
| 1 | 716,56 | 717,66 | 718,53 | 719,53 | − 3,0 | − 3,4 | − 3,5 | − 5,7 | − 6,7 | − 0,1 | 1,00 | 1,00 | 0,96 | 0,94 | 5,6 | SO. 1 | 0,97 | 20,0 |
| 2 | 719,34 | 719,28 | 718,39 | 717,41 | − 8,6 | − 2,2 | − 2,3 | − 3,8 | − 9,5 | + 0,3 | 1,00 | 0,80 | 0,86 | 0,91 | » | S. 1 | 0,64 | 20,0 |
| 3 | 717,23 | 718,55 | 719,63 | 721,83 | − 0,3 | + 0,4 | + 0,9 | − 0,2 | − 4,1 | + 2,4 | 0,97 | 0,92 | 0,84 | 0,85 | 1,2 | SSO. 1 | 0,96 | 20,5 |
| 4 | 728,62 | 730,21 | 731,14 | 732,52 | − 3,6 | − 1,0 | − 0,3 | − 2,0 | − 4,2 | + 0,2 | 0,98 | 0,82 | 0,76 | 0,87 | » | NNE. 2 | 0,42 | 20,0 |
| 5 | 733,58 | 732,93 | 731,38 | 730,70 | −11,5 | − 3,4 | − 0,1 | − 1,8 | −13,2 | + 0,7 | 1,00 | 0,98 | 0,94 | 0,72 | » | S. 1 | 0,66 | 20,0 |
| 6 | 727,56 | 728,25 | 728,01 | 729,42 | − 1,1 | + 5,7 | + 4,7 | + 2,1 | − 3,3 | + 6,2 | 0,92 | 0,63 | 0,70 | 0,82 | » | variab. | 0,65 | 20,0 |
| 7 | 730,24 | 730,04 | 729,10 | 729,21 | + 1,7 | + 4,8 | + 6,8 | + 2,2 | − 0,2 | + 7,8 | 0,90 | 0,81 | 0,61 | 0,80 | » | SSO. 1 | 0,39 | 19,5 |
| 8 | 729,46 | 729,15 | 728,77 | 729,18 | − 0,6 | + 6,8 | + 5,0 | + 3,0 | − 3,4 | + 7,3 | 0,91 | 0,59 | 0,79 | 0,91 | » | variab. | 0,87 | 19,5 |
| 9 | 729,38 | 729,59 | 728,95 | 729,24 | + 0,2 | + 3,0 | + 6,4 | + 3,6 | − 1,4 | + 7,1 | 0,97 | 0,93 | 0,72 | 0,84 | » | SSO. 1 | 0,74 | 19,0 |
| 10 | 731,03 | 731,70 | 731,30 | 731,81 | + 3,8 | + 3,2 | + 5,3 | + 4,0 | + 2,1 | + 5,6 | 0,81 | 0,73 | 0,69 | 0,75 | » | NNE. 1 | 1,00 | 20,0 |
| 11 | 731,13 | 731,15 | 729,76 | 730,01 | + 3,0 | + 4,1 | + 5,4 | + 1,7 | − 0,1 | + 5,6 | 0,83 | 0,72 | 0,66 | 0,87 | » | N. 1 | 0,36 | 20,0 |
| 12 | 730,08 | 729,22 | 727,73 | 727,64 | − 1,4 | + 5,2 | + 6,4 | + 3,3 | − 3,2 | + 7,3 | 0,96 | 0,70 | 0,63 | 0,83 | » | variab. | 0,28 | 20,0 |
| 13 | 725,99 | 724,66 | 723,30 | 723,74 | + 1,5 | + 6,7 | + 9,2 | + 4,7 | − 1,0 | + 9,6 | 0,91 | 0,61 | 0,50 | 0,77 | » | N. 1 | 0,36 | 19,5 |
| 14 | 725,33 | 725,69 | 724,31 | 724,02 | + 3,8 | + 7,7 | + 8,6 | + 4,5 | + 1,1 | + 9,7 | 0,84 | 0,56 | 0,49 | 0,93 | 1,0 | SSO. 1 | 0,32 | 19,0 |
| 15 | 720,22 | 718,12 | 716,11 | 714,88 | + 0,6 | + 4,7 | + 3,4 | + 2,3 | − 1,1 | + 5,2 | 0,89 | 0,68 | 0,85 | 0,95 | 0,3 | variab. | 1,00 | 19,0 |
| 16 | 709,28 | 707,11 | 706,32 | 707,55 | + 2,6 | + 4,0 | + 6,0 | + 6,2 | + 1,2 | + 6,3 | 0,85 | 0,74 | 0,69 | 0,64 | » | NNE. 1 | 1,00 | 19,0 |
| 17 | 716,39 | 718,29 | 718,56 | 719,47 | + 1,4 | + 2,0 | + 2,6 | + 0,9 | − 1,0 | + 4,5 | 0,76 | 0,67 | 0,60 | 0,68 | 7,1 | SSO. 1 | 0,86 | 19,5 |
| 18 | 718,83 | 719,32 | 718,75 | 720,14 | + 0,2 | + 2,4 | + 3,8 | + 2,0 | − 3,0 | + 4,2 | 0,65 | 0,62 | 0,57 | 0,65 | » | NNE. 1 | 0,79 | 19,5 |
| 19 | 719,58 | 718,66 | 718,19 | 718,69 | − 0,8 | − 0,2 | − 0,4 | − 1,8 | − 3,0 | + 1,0 | 0,92 | 0,89 | 0,83 | 0,94 | » | NNE. 2 | 1,00 | 19,0 |
| 20 | 719,81 | 720,56 | 721,18 | 722,36 | − 3,4 | − 4,2 | − 3,8 | − 4,0 | − 4,5 | − 3,0 | 0,76 | 0,91 | 0,96 | 0,89 | 0,4 | NNE. 3 | 1,00 | 19,0 |
| 21 | 721,01 | 720,16 | 719,23 | 719,44 | − 4,8 | − 2,4 | − 1,2 | − 3,0 | − 5,3 | − 0,8 | 1,00 | 0,79 | 0,84 | 0,92 | » | NNE. 2 | 1,00 | 19,0 |
| 22 | 717,36 | 716,69 | 715,69 | 715,92 | − 4,7 | − 2,5 | − 1,0 | − 1,9 | − 5,2 | − 0,9 | 0,84 | 0,78 | 0,84 | 0,82 | » | NNE. 3 | 0,70 | 20,0 |
| 23 | 714,55 | 714,49 | 714,23 | 715,07 | − 3,5 | − 1,2 | − 0,6 | − 1,5 | − 4,4 | − 0,3 | 0,80 | 0,73 | 0,89 | 0,86 | » | NNE. 3 | 0,97 | 19,0 |
| 24 | 714,08 | 715,07 | 715,94 | 717,72 | − 2,8 | − 0,6 | − 0,7 | − 2,8 | − 3,7 | + 0,2 | 0,82 | 0,77 | 0,81 | 0,81 | » | NNE. 1 | 0,97 | 20,0 |
| 25 | 720,06 | 720,56 | 720,70 | 721,97 | − 2,2 | − 0,8 | + 0,8 | − 2,1 | − 4,6 | + 2,0 | 0,63 | 0,68 | 0,77 | 0,74 | » | variab. | 0,40 | 19,0 |
| 26 | 723,27 | 722,81 | 721,76 | 722,48 | − 2,1 | + 1,7 | + 3,2 | + 2,7 | − 6,3 | + 3,4 | 0,78 | 0,70 | 0,55 | 0,56 | » | N. 1 | 0,71 | 19,0 |
| 27 | 722,16 | 721,23 | 719,47 | 721,02 | + 2,0 | + 5,7 | + 6,7 | + 3,5 | − 0,7 | + 7,2 | 0,68 | 0,44 | 0,47 | 0,60 | » | NNE. 3 | 0,42 | 19,0 |
| 28 | 720,86 | 721,06 | 721,11 | 722,11 | + 0,2 | + 1,4 | + 1,5 | + 1,0 | − 0,8 | + 2,3 | 0,86 | 0,84 | 1,00 | 1,00 | » | NNE. 3 | 0,72 | 19,0 |
| 29 | 724,45 | 724,80 | 724,08 | 725,54 | + 0,4 | + 3,0 | + 5,1 | + 3,4 | − 1,0 | + 5,6 | 0,76 | 0,58 | 0,59 | 0,67 | » | N. 1 | 0,53 | 19,0 |
| 30 | 725,13 | 724,24 | 723,26 | 725,45 | + 2,2 | + 6,6 | + 8,9 | + 6,6 | − 1,6 | + 9,6 | 0,66 | 0,54 | 0,53 | 0,69 | » | N. 1 | 0,76 | 19,5 |
| 31 | 723,77 | 723,97 | 723,29 | 724,39 | + 5,4 | +10,1 | +11,0 | + 8,5 | + 4,2 | +12,2 | 0,98 | 0,74 | 0,53 | 0,76 | 1,0 | variab. | 0,92 | 19,5 |

## Moyennes du mois de Mars 1858.

*Baromètre.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 725,77 | 726,30 | 726,61 | 726,74 | 726,26 | 726,52 | 726,75 | 727,08 | 727,17 |
| 2e » | 721,58 | 721,66 | 721,58 | 721,28 | 720,70 | 720,44 | 720,59 | 720,85 | 720,92 |
| 3e » | 720,44 | 720,61 | 720,67 | 720,46 | 720,06 | 719,88 | 720,25 | 720,81 | 720,96 |
| Mois... | 722,53 | 722,78 | 722,88 | 722,75 | 722,27 | 722,21 | 722,46 | 722,83 | 722,95 |

*Température.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | − 3°,11 | − 2°,30 | + 0°,01 | + 1°,59 | + 2°,30 | + 2°,29 | + 1°,03 | + 0°,14 | − 0°,64 |
| 2e » | + 0,18 | + 0,75 | + 2,40 | + 3,24 | + 4,06 | + 4,12 | + 3,44 | + 2,00 | + 0,42 |
| 3e » | − 2,26 | − 0,90 | + 0,46 | + 1,91 | + 2,95 | + 3,06 | + 2,36 | + 1,28 | + 0,29 |
| Mois... | − 1,75 | − 0,82 | + 0,94 | + 2,24 | + 3,10 | + 3,16 | + 2,28 | + 1,15 | + 0,03 |

*Tension de la vapeur.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 4,06 | 3,76 | 3,96 | 4,25 | 4,38 | 4,25 | 4,04 | 3,95 | 3,90 |
| 2e » | 4,11 | 4,10 | 4,16 | 4,07 | 3,89 | 4,09 | 4,27 | 4,34 | 4,21 |
| 3e » | 3,77 | 3,50 | 3,57 | 3,67 | 3,82 | 4,31 | 3,95 | 3,90 | 3,94 |
| Mois.... | 3,97 | 3,78 | 3,88 | 3,99 | 4,03 | 4,22 | 4,08 | 4,06 | 4,01 |

*Fraction de saturation.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 0,97 | 0,90 | 0,85 | 0,82 | 0,81 | 0,79 | 0,81 | 0,84 | 0,88 |
| 2e » | 0,88 | 0,84 | 0,76 | 0,71 | 0,64 | 0,68 | 0,74 | 0,81 | 0,88 |
| 3e » | 0,95 | 0,80 | 0,73 | 0,69 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,77 | 0,83 |
| Mois.. . | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,72 | 0,76 | 0,81 | 0,86 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | − 4,19 | + 3,75 | 0,73 | 6,8 | 19,8 |
| 2e » | − 1,46 | + 5,04 | 0,70 | 8,8 | 19,4 |
| 3e » | − 2,67 | + 3,68 | 0,74 | 1,0 | 19,3 |
| Mois.... | − 2,77 | + 4,14 | 0,72 | 16,6 | 19,5 |

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,84 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 15°,6 E. et son intensité est égale à 64 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

## PENDANT LE MOIS DE MARS 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Mars : 2m,158, répartie comme suit:

| | mm |
|---|---|
| le 1 | 230 |
| le 2 | 220 |
| le 3 | 110 |
| le 4 | 100 |
| le 5 | 20 |
| le 8 | 25 |
| le 13 | 5 |
| le 15 | 230 |
| le 16 | 280 |
| le 17 | 110 |
| le 19 | 160 |
| le 20 | 75 |
| le 23 | 140 |
| le 24 | 85 |
| le 26 | 240 |
| le 27 | 60 |
| le 28 | 25 |
| le 29 | 35 |
| le 30 | 8 |

Dans la soirée du 31 la lumière zodiacale a été très-sensible jusque vers les 10 heures. Elle dépassait les Hyades.

| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | HYGROMETRE. 8h.m. | Midi. | 4h.s. | 8h.s | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 548,66 | 548,91 | 549,35 | 550,24 | -14,0 | -13,8 | -15,3 | -17,6 | -18,1 | - 9,8 | 80 | 69 | 67 | 72 | 18,3 | NE. 2 | 1,00 |
| 2 | 549,07 | 550,13 | 550,38 | 550,82 | -18,9 | -17,4 | -17,1 | -17,5 | -23,2 | - 7,2 | 75 | 74 | 62 | 74 | 15,4 | NE. 1 | 0,31 |
| 3 | 550,33 | 551,72 | 552,08 | 553,31 | -15,3 | -12,0 | -13,5 | -15,0 | -18,0 | - 8,3 | 80 | 77 | 72 | 74 | 8,2 | NE. 1 | 0,77 |
| 4 | 556,16 | 557,32 | 558,71 | 560,19 | -18,0 | -17,5 | -17,5 | -19,0 | -19,8 | -14,7 | 80 | 75 | 68 | 74 | 7,4 | NE. 3 | 0,98 |
| 5 | 561,25 | 561,97 | 562,25 | 562,71 | -16,3 | -11,2 | -11,4 | -10,0 | -22,5 | - 8,1 | 75 | 74 | 77 | 80 | 1,4 | NE. 2 | 0,43 |
| 6 | 561,43 | 561,91 | 562,23 | 563,42 | - 8,5 | - 5,4 | - 6,0 | - 8,1 | -12,0 | - 4,4 | 81 | 78 | 70 | 75 | » | NE. 1 | 0,50 |
| 7 | 563,98 | 564,25 | 564,24 | 564,63 | - 4,9 | - 2,0 | - 2,9 | - 4,1 | -12,3 | - 0,9 | 73 | 74 | 70 | 65 | » | NE. 1 | 0,10 |
| 8 | 563,95 | 564,10 | 563,48 | 563,71 | - 3,7 | - 2,8 | - 5,4 | - 7,8 | - 8,3 | + 0,6 | 74 | 71 | 69 | 73 | 2,0 | NE. 1 | 0,72 |
| 9 | 563,39 | 563,83 | 563,55 | 563,90 | - 7,8 | - 5,3 | - 5,6 | - 7,0 | -11,6 | - 2,9 | 77 | 70 | 66 | 77 | » | NE. 1 | 0,34 |
| 10 | 565,00 | 565,44 | 565,28 | 565,57 | - 7,5 | - 6,0 | - 4,3 | - 9,2 | - 9,6 | - 3,3 | 85 | 78 | 75 | 78 | » | SO. 1 | 0,22 |
| 11 | 565,37 | 565,56 | 565,35 | 565,78 | - 8,5 | - 6,2 | - 5,3 | - 7,0 | -10,7 | - 2,8 | 87 | 73 | 70 | 74 | » | SO. 2 | 0,20 |
| 12 | 565,13 | 565,11 | 564,49 | 564,62 | - 7,3 | - 5,8 | - 4,4 | - 7,5 | -11,7 | - 3,3 | 82 | 75 | 74 | 84 | » | SO. 1 | 0,20 |
| 13 | 562,74 | 561,76 | 561,05 | 560,86 | - 7,3 | - 4,2 | - 5,5 | - 7,9 | -10,0 | - 4,2 | 85 | 79 | 77 | 79 | 0,4 | SO. 1 | 0,83 |
| 14 | 559,76 | 559,88 | 559,13 | 558,97 | - 7,2 | - 6,0 | - 6,8 | - 7,0 | -10,7 | - 4,8 | 77 | 73 | 70 | 75 | » | NE. 1 | 0,53 |
| 15 | 556,32 | 554,91 | 553,30 | 552,01 | - 8,8 | - 7,2 | - 7,5 | - 8,0 | -10,5 | - 6,9 | 76 | 80 | 84 | 86 | 18,5 | SO. 2 | 0,93 |
| 16 | 548,75 | 547,59 | 545,95 | 545,78 | - 9,1 | - 7,0 | - 5,7 | - 8,3 | -11,2 | - 5,4 | 92 | 84 | 83 | 82 | 26,7 | SO. 2 | 1,00 |
| 17 | 549,61 | 551,19 | 551,59 | 552,43 | -11,3 | -10,0 | -10,9 | -15,0 | -15,7 | - 8,8 | 85 | 77 | 72 | 75 | 9,0 | NE. 3 | 0,89 |
| 18 | 551,97 | 553,25 | 553,22 | 554,11 | -13,3 | - 7,3 | - 6,5 | -11,6 | -10,5 | - 5,5 | 75 | 83 | 73 | 74 | » | variab. | 0,62 |
| 19 | 552,88 | 551,47 | 550,14 | 549,75 | -10,5 | - 8,6 | -12,3 | -15,2 | -16,7 | - 7,2 | 74 | 70 | 69 | 73 | 12,5 | NE. 2 | 1,00 |
| 20 | 548,61 | 548,75 | 549,41 | 550,13 | -19,2 | -18,9 | -20,0 | -20,4 | -22,0 | -15,9 | 75 | 73 | 73 | 72 | 6,1 | NE. 3 | 1,00 |
| 21 | 549,62 | 549,64 | 549,33 | 549,54 | -20,0 | -17,9 | -17,9 | -19,0 | -23,0 | -15,7 | 78 | 70 | 69 | 72 | » | NE. 3 | 0,98 |
| 22 | 548,31 | 548,72 | 548,46 | 548,45 | -13,5 | -10,5 | -10,5 | -14,2 | -21,5 | - 8,5 | 74 | 72 | 75 | 72 | » | SO. 2 | 0,43 |
| 23 | 545,66 | 545,71 | 545,32 | 546,31 | -14,2 | -16,0 | -18,4 | -19,0 | -20,0 | -13,9 | 74 | 66 | 66 | 73 | 11,3 | NE. 3 | 0,94 |
| 24 | 545,14 | 546,21 | 547,29 | 548,12 | -19,4 | -16,7 | -15,6 | -18,4 | -23,0 | -14,9 | 75 | 69 | 64 | 74 | 7,0 | NE. 3 | 0,98 |
| 25 | 549,96 | 549,96 | 551,98 | 553,87 | -19,8 | -15,5 | -15,5 | -15,6 | -22,7 | -13,4 | 78 | 68 | 64 | 65 | » | NE. 2 | 0,21 |
| 26 | 556,41 | 557,00 | 557,16 | 558,39 | -11,0 | - 9,9 | -10,8 | -13,1 | -18,0 | - 9,1 | 65 | 70 | 74 | 77 | 17,0 | SO. 2 | 0,53 |
| 27 | 557,06 | 556,15 | 554,91 | 554,78 | - 8,0 | - 4,8 | - 9,5 | -11,2 | -14,5 | | 84 | 76 | 69 | 70 | 5,1 | NE. 2 | 1,00 |
| 28 | 552,17 | 552,71 | 553,20 | 555,36 | -15,6 | -12,8 | -13,0 | - 8,5 | -17,0 | | 78 | 75 | 70 | 82 | 2,0 | NE. 3 | 0,93 |
| 29 | 559,12 | 559,89 | 560,23 | 560,97 | - 6,5 | - 3,6 | - 5,3 | - 6,1 | -11,0 | | 82 | 74 | 74 | 81 | 2,8 | SO. 2 | 0,90 |
| 30 | 560,55 | 560,80 | 560,46 | 560,95 | - 6,0 | - 3,6 | - 4,7 | - 7,0 | -12,9 | | 83 | 75 | 70 | 80 | 0,6 | SO. 1 | 0,97 |
| 31 | 559,93 | 560,33 | 560,17 | 561,14 | - 4,6 | - 1,2 | - 1,8 | - 7,0 | - 9,5 | | 78 | 66 | 69 | 70 | » | SO. 1 | 0,69 |



## Moyennes du mois de Mars 1858.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Baromètre.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 557,93 | 558,32 | 558,65 | 558,96 | 558,98 | 559,15 | 559,49 | 559,85 | 559,92 |
| 2e » | 556,19 | 556,11 | 556,12 | 555,95 | 555,59 | 555,36 | 555,51 | 555,44 | 555,52 |
| 3e » | 552,89 | 553,08 | 553,36 | 553,38 | 553,47 | 553,50 | 553,80 | 554,35 | 554,44 |
| Mois ... | 555,58 | 555,75 | 555,96 | 556,01 | 555,93 | 555,93 | 556,19 | 556,48 | 556,56 |
| | | | | *Température.* | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | −12,30 | −11,49 | − 9,50 | − 9,34 | − 7,62 | − 9,90 | −11,40 | −11,53 | −11,34 |
| 2e » | −11,38 | −10,25 | − 8,85 | − 8,12 | − 7,76 | − 8,49 | −10,41 | −10,79 | −11,15 |
| 3e » | −14,65 | −12,60 | −11,11 | −10,23 | −10,44 | −11,18 | −12,46 | −12,65 | −12,03 |
| Mois... | −12,84 | −11,48 | − 9,86 | − 9,26 | − 8,66 | − 9,90 | −11,46 | −11,69 | −11,84 |
| | | | | *Hygromètre.* | | | | | |
| 1re décade, | 78,4 | 78,0 | 76,1 | 74,0 | 72,1 | 69,6 | 71,1 | 74,2 | 76,1 |
| 2e » | 80,5 | 80,6 | 78,7 | 76,7 | 74,9 | 74,5 | 74,5 | 77,4 | 78,5 |
| 3e » | 77,9 | 76,8 | 74,6 | 71,0 | 69,5 | 69,5 | 72,4 | 74,2 | 75,7 |
| Mois. .. | 78,0 | 78,4 | 76,4 | 73,8 | 72,1 | 71,1 | 72,6 | 75,2 | 76,7 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | | mm |
| 1re décade, | −15,54 | − 5,90 | 0,54 | 52,7 |
| 2e » | −13,87 | − 6,48 | 0,72 | 73,2 |
| 3e » | −17,55 | | 0,78 | 45,8 |
| Mois... | −15,72 | | 0,68 | 171,7 |

Dans ce mois, l'air a été calme 10 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,58 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 71 sur 100.

*NB.* Les observations des températures maximum ont été interrompues à partir du 27, par suite d'un accident survenu au thermomètre ; elles seront reprises incessamment.

# TABLE

## DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME XXII.

## (1853 — N[os] 85 à 88.)

## BULLETIN SCIENTIFIQUE.

### Astronomie et Géodésie.



### Météorologie et Physique.

## Chimie.



## Minéralogie et Géologie.

## Anatomie et Physiologie.



## Zoologie et Paléontologie.

## Botanique.



---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

### faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.



---

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

IMPRIMERIE F. RAMBOZ ET Cie, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 78.

# BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DE GENÈVE.

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

TOME VINGT-TROISIÈME.

GENÈVE

JOEL CHERBULIEZ, LIBRAIRE, RUE DE LA CITÉ.

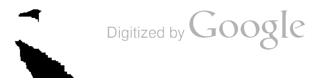
PARIS,

JOEL CHERBULIEZ,
RUE DE LA MONNAIE, 10.

ALLEMAGNE,

J. KESSMANN,
A GENÈVE, RUE DU RHONE 171.

1853



# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

**Description d'appareils destinés a établir une correspondance immédiate entre deux quelconques des stations situées sur une même ligne télégraphique**, par M. Elie Wartmann, professeur de physique à l'Académie de Genève. (Présentée à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 3 mars 1853.)

Dans l'état actuel des procédés télégraphiques, il existe trois moyens d'établir une correspondance entre des stations éloignées. Tantôt elle a lieu par un fil spécial qui joint les stations de premier ordre, et dont le gouvernement se réserve presque toujours l'usage exclusif. Quelquefois la dépêche se répète de poste en poste, jusqu'à celui où elle doit aboutir. Le plus souvent on ne l'expédie qu'après avoir requis préalablement tous les bureaux intermédiaires de suspendre leur liaison avec la terre.

Ce dernier mode, le seul auquel on puisse avoir recours pour des transmissions rapides, présente plusieurs inconvénients. D'abord il exige le concours des employés dans toutes les stations à franchir, soit pour opérer, soit pour rompre la communication directe. En France, chaque poste prévient le suivant de la durée à donner à cet arran-



gement; le temps écoulé, on ramène le fil de terre dans le circuit[1], et si un accident a ralenti la transmission de la dépêche, il faut redemander de proche en proche la communication nécessaire. — En Prusse, on informe les stationnaires du moment où ils doivent refermer le circuit du poste par le sol, en faisant retentir une sonnerie spéciale à l'aide d'un courant plus énergique que celui dont on vient de faire usage[2]. — En Suisse, on n'a pris aucune de ces précautions. A l'appel des stations qui veulent entrer en correspondance, les télégraphistes des bureaux intermédiaires se placent dans la communication directe; néanmoins le bruit des relais divulgue le contenu de la dépêche sur tout son parcours. On pourrait sans doute mettre ces relais hors du circuit, et n'y laisser que la boussole pour indiquer le moment où les courants électriques cessent de traverser la ligne. Mais on ne possède aucun contrôle sur cette indiscrétion du relais. De plus, si le ressort qu'on déplace pour exclure le fil de terre porte sur un bouton malpropre, ou n'a pas un contact efficace avec lui, le circuit de la station expéditionnaire reste ouvert, sans qu'elle ait de moyen suffisant pour faire connaître cet état de choses, et en obtenir la cessation. Il y a peu de jours que Genève ayant demandé la communication directe avec Bâle, et le stationnaire d'un poste intermédiaire, qui avait trop poussé son ressort, ne prenant pas garde au silence du relais, le circuit est demeuré interrompu pendant une heure.

Un autre inconvénient du mode actuel, c'est le temps perdu pour établir la communication directe. Ce temps

[1] L. Breguet, Manuel de la Télégraphie électrique à l'usage des employés des chemins de fer, page 37.

[2] H. Schellen, *Der elektromagnetische Telegraph*, p. 250.

s'élève à près d'un quart d'heure pour l'intervalle de Genève à Saint-Gall, dans le cas le plus favorable, c'est-à-dire quand les bureaux intermédiaires sont inoccupés, bien qu'il n'y en ait pas plus de quatorze. Chaque progrès social et industriel créant de nouveaux besoins, la rapidité télégraphique donne aujourd'hui à quelques minutes une importance égale à celle qu'avaient jadis plusieurs heures dans la transmission de la pensée.

En réfléchissant aux conditions à remplir pour faire disparaître ces inconvénients, j'ai trouvé dans le jeu des forces électro-magnétiques le moyen d'obtenir avec une moindre dépense et un seul fil télégraphique, tel qu'il existe chez nous, tous les avantages des fils spéciaux dont j'ai parlé en premier lieu. Dès le mois d'octobre 1851, j'ai construit un appareil qui résolvait le problème, et je l'ai montré à deux de nos collègues, MM. le général Dufour et le professeur D. Colladon[1]. Le modèle qui fonctionne sous les yeux de la Société en est la reproduction plus soignée. Mon mécanisme suffit à établir, d'une manière presque instantanée, la communication directe entre deux quelconques des stations échelonnées le long d'une même ligne à des distances plus ou moins considérables. Il facilite ainsi l'augmentation du nombre de ces stations, circonstance très-importante dans un pays tel que la Suisse. L'effet a lieu d'une manière indépendante des employés des bureaux intermédiaires, ce qui permet de l'utiliser de nuit et aux heures où le service est suspendu; —

[1] Je mentionne cette date pour établir l'antériorité de mes travaux sur ceux de M. Dering qui, d'après le *Morning Chronicle* du 28 janvier 1852, a trouvé moyen de transmettre secrètement les communications télégraphiques confidentielles, sans qu'elles puissent être lues dans les stations intermédiaires. J'ignore en quoi consiste le procédé de M. Dering.



et sans que la dépêche parvienne aux instruments qui se trouvent sur son parcours, ce qui assure le secret le plus absolu. L'appareil sert également à rompre cette communication avec une rapidité extrême et sans l'aide de personne. Sa manœuvre est des plus simples et n'exige aucune connaissance spéciale de la part des télégraphistes. Je pense donc qu'il réalise un progrès dans l'organisation actuelle.

Nommons A, B, C,... G, H, I, les stations télégraphiques d'une ligne, et occupons-nous de la seconde. Le fil de ligne $a\lambda\lambda'\alpha b c \gamma d e$, parti de A, aboutit en B à un bouton à vis $f$ (*fig.* 1) qui le prolonge par un électro-aimant $y$ jusqu'à la partie fixe d'un ressort plat $h$ de cuivre. Ce ressort, disposé sur la colonne d'appui $g$, presse légèrement une vis $i$ dont l'écrou fixe $k$ communique avec le relais et la plaque de terre $l$. De même, la tête du fil de ligne $a'$ $b'$..., qui joint B avec C, part d'un bouton à vis $f'$ que le fil d'un électro-aimant $y'$ et le ressort $h$ mettent en relation avec la plaque de terre $l$ et le fil de ligne $ed$.... $\alpha$. Les deux électro-aimants $y, y'$, ont prise sur une même armature $mm'$ d'acier trempé très-dur et aimanté à saturation ; elle est mobile autour d'un axe vertical $n$, et maintenue par un ressort à boudin $o$ au contact d'une petite pelote de cuir fixée à la pointe d'une vis $p$, portée par l'écrou fixe $q$. La tension du ressort $o$ se règle au moyen d'un écrou circulaire $r$, qui court le long de la vis terminale $s$ d'une tige carrée $t$, laquelle frotte dans le canon $u$, fixé par les vis $vv$.

La longueur du circuit compris entre A et B représente une résistance à la conductibilité qui exige, pour être vaincue, une intensité du courant électrique facile à dé-

terminer. Ce courant, qui fera fonctionner le relais de la station B, produira dans l'électro-aimant *y* une force d'attraction sur l'armature *mm'* que le ressort à boudin *o* doit exactement équilibrer.

Pour télégraphier de A en C, il faut surmonter la résistance additionnelle du conducteur qui s'étend de B à C, et pour cela produire en A un courant plus énergique. Au premier instant le circuit s'établira par la plaque de terre *l* de la station B, et le relais de cette station fera attirer l'armature de l'appareil à écrire; mais ce cas a lieu fréquemment, et n'est considéré nulle part comme un appel ou un signe télégraphique. Bientôt l'électro-aimant *y*, traversé par le courant, triomphera du ressort *o*, et amènera jusqu'au contact de sa surface l'armature *mm'* dont les pôles magnétiques sont convenablement choisis. Le temps extrêmement court nécessaire à cet effet varie, entre autres circonstances, avec la distance de l'armature; cette distance se règle à l'aide de la vis *p*. En cédant à l'attraction magnétique, l'armature (ou une pièce qu'elle entraîne avec elle) arrache le léger ressort *h* au contact de la vis *i*, et fait ainsi cesser toute communication avec la plaque de terre *l*. Le courant entre donc dans le fil de la bobine *y'*, en renforçant la puissance qui maintient l'armature attirée, et se rend à la station C par le fil *a'b'*..

Toutes les stations intercalées entre A et I sont pourvues de dispositions mécaniques analogues à celles qui viennent d'être décrites, et qui constituent le *Transmetteur*. On comprend que l'électro-aimant *y'* est indispensable aux postes situés vers l'extrémité I de la ligne, lorsqu'ils veulent se mettre en relation directe avec A et les stations échelonnées de son côté.

Ces communications exigent pour s'effectuer commodément :

1° Que l'intensité du courant nécessaire pour parvenir à une station désignée soit fournie sans tâtonnement par la pile.

2° Que le télégraphiste sache immédiatement si tous les Transmetteurs intermédiaires ont fonctionné, ou si le courant s'établit en deçà du lieu voulu.

3° Que l'attraction des armatures persiste pendant les nombreuses et courtes intermittences des courants producteurs des signes télégraphiques, et que l'employé sache incessamment si cette condition est remplie.

4° Que les Transmetteurs permettent l'échange de demandes et de réponses en nombre quelconque entre les postes qui communiquent, de sorte que celui où la dépêche arrive puisse à chaque instant la couper, en faisant connaître qu'elle est ou n'est pas comprise.

5° Enfin que les armatures retournent instantanément à leur position primitive dès que la communication directe n'est plus utile.

La quantité de courant est donnée par un *Régulateur* de pile. Mon appareil ressemble à celui qui sert en France, et dont on trouve la description dans le Manuel publié par M. Breguet quelques semaines après mes premières expériences [1]. C'est un disque épais de verre, de porcelaine ou de bois dur (*fig.* 2), qui présente à sa périphérie autant de plaques métalliques qu'il y a de stations sur la voie. Chaque plaque porte le nom gravé B, C, D,... G, H, I, d'une de ces stations; de plus elle est, par un bouton à vis *w*, liée à un fil de cuivre isolé qui communique avec l'un des zincs de la pile P. Il doit y avoir entre ce zinc et le pôle extrême de nom contraire qui communique avec le sol, un nombre de couples suffisant pour vain-

[1] Page 18.

cre la résistance du circuit interposé entre la station où se trouve le Régulateur et celle dont le nom est inscrit sur la plaque. Ce nombre se détermine dans chaque station par le moyen du rhéostat [1] qui, constamment intercalé dans le circuit, sert aussi à ramener l'intensité du courant à l'état normal, lors de quelque déperdition accidentelle sur la ligne. — Au centre du disque est un axe métallique $a$, autour duquel tourne un rayon de cuivre $x$, qu'on peut transporter aisément d'une plaque à l'autre, en le saisissant par une vis terminale $z$, dont la pression sert à assurer un bon contact avec la plaque. Les plaques faisant saillie sur le disque, on n'a pas à craindre de dépôt métallique produit dans leur intervalle par la pointe de la vis, quand on la transporte de l'une à l'autre. — Un fil de cuivre $\lambda\lambda'$ amène le courant à un Interrupteur (*fig*. 3), puis par $b$ $c$ à un autre appareil.

Celui-ci, que je nomme *Indicateur* (*fig*. 4), fait connaître si la station désirée a été réellement atteinte. C'est une bobine verticale à noyau de fer doux qui s'aimante par le passage du courant, et agit sur des armatures en fer doux disposées en anneau autour d'elle. Chaque armature $v$ est portée par une tige horizontale $\zeta\zeta'\zeta''$, qui glisse sur deux petites poulies de métal $x$, $x'$, situées l'une sur une petite colonne $\iota$, l'autre sur un arc-boutant $\rho$. En arrière de la poulie $x$, cette tige se renfle et devient un écrou dans lequel fonctionne une vis $\pi$. La tête de la colonne sert à fixer l'extrémité $\sigma$ d'un ressort à boudin $o$, qui entoure l'écrou et s'étend jusqu'à un anneau $\pi'$, auquel la tête de la vis $\pi$ sert d'arrêt. L'attraction de l'armature contre les pôles de fer doux $\Delta$, $\Delta'$ de la bobine comprime le ressort dont la vis $\pi$ règle la

[1] STEINHEIL, Instruction pour les télégraphistes de la Suisse, page 60.



puissance. La tête de cette vis se prolonge en un cylindre de métal poli $\zeta' \zeta''$ qui repose sur la poulie $x'$ de l'arcboutant, et porte sur une petite plaque $\omega$ le nom d'une station. La portion $\zeta$ de la tige comprise entre l'armature *vv* et l'écrou a, au contraire, une section carrée, maintenue dans la gorge plus profonde et rectangulaire de la poulie $x$, ce qui assure la verticalité de l'armature.

Supposons-nous à la station A. Pour télégraphier avec B, on emploie un courant médiocre et qui n'attire que l'armature B[1].—Pour atteindre C, il faut un courant plus fort, lequel développe une force électro-magnétique plus grande tant que le Transmetteur de B n'a pas fonctionné. Celle des armatures qui porte le nom de la station C est attirée, mais revient en place dès que la station B ne communique plus avec le sol, à moins qu'il n'y ait quelque défaut d'isolement entre B et C, circonstance qu'il importe toujours de connaître.

On comprend que s'il s'agit de mettre en relation la première station A avec la dernière I, toutes les armatures de l'Indicateur placé en A sont simultanément attirées et reviennent successivement en arrière dans l'ordre inverse I, H, G, etc., à mesure que les Transmetteurs successifs ont joué. C'est quand le retrait total (sauf celui de l'armature B[2]) a été accompli qu'on peut interrompre

[1] Le jeu de cette armature se répétant à chaque courant lancé de la station A, il en résulte une fatigue considérable de son ressort. On peut empêcher ce jeu durant l'expédition de la dépêche, une fois qu'on s'est assuré que la ligne est en bon état, en introduisant un crochet dans un anneau qui termine la plaque $\omega$. — On peut aussi tendre le ressort de manière que l'armature ne soit attirée que s'il y a dérivation du courant entre A et B.

[2] A moins qu'on n'ait adopté la disposition mentionnée à la fin de la note précédente.



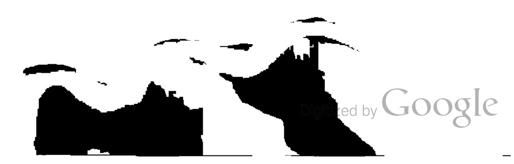
le passage du courant, pour commencer l'expédition de la dépêche par l'appel de la station I. Celle-ci, afin de répondre, commence par porter le rayon mobile $x$ de son Régulateur sur la plaque marquée A, et donne à son courant l'intensité nécessaire (le cas échéant) à l'aide de son rhéostat.

L'Indicateur possède sur la boussole deux avantages, celui d'une plus grande rapidité d'indication, puisqu'il n'y a pas d'oscillations dans son jeu; et aussi celui d'une plus grande précision, puisque des courants inégaux mais énergiques, destinés à des stations éloignées, produisent, au début, des déviations peu différentes les unes des autres, près du 90° du cercle gradué. — Cet appareil pourrait à lui seul fonctionner comme télégraphe analogue au télégraphe à cadran. Je le crois susceptible de divers emplois intéressants.

On peut sortir du circuit le fil de l'Indicateur par un arrangement très-simple. Une des extrémités $\psi$ de ce fil est soudée à la plaque métallique $\varepsilon$ serrée par l'écrou de la vis $c$. L'autre extrémité $\psi'$ aboutit à la vis $\varphi$, d'où part le fil de ligne $d\ e\ f$. Une aiguille de cuivre $\gamma$ faisant ressort et mobile autour de l'écrou de la vis $\varphi$, peut être portée sur la plaque de cuivre $\varepsilon$, ou sur celle de verre $\xi$ incrustée dans le socle. Dans sa première position, elle fait passer le courant hors de la bobine.

Les troisième et quatrième conditions sont remplies par la persistance du magnétisme induit dans les électro-aimants du Transmetteur, sous l'influence du courant et de l'armature aimantée. Si le ressort $o$ n'a pas une tension trop forte, le contact de l'armature persiste pendant un temps quelconque.

Enfin, la rupture de la communication directe éta-



blie par les Transmetteurs s'obtient en lançant dans le circuit général un courant inverse d'une courte durée. Le renversement de pôles qui en résulte dans les électro-aimants fait détacher les armatures, qu'une répulsion immédiate ramène contre le bourrelet de la vis $p$, si l'élasticité des ressorts à boudin a été convenablement réglée.

Ce rôle est réservé à l'*Interrupteur* (*fig*. 3 et 3 *bis*), autre forme du rhéotrope que j'ai décrit précédemment [1]. Deux leviers-clefs de Morse $\alpha\beta$, $\alpha'\beta'$, sont disposés à un décimètre l'un de l'autre, et les enclumes $\alpha''\beta''$,... correspondant à chacune de leurs terminaisons, sont unies deux à deux par un ruban de cuivre. L'un de ces rubans $\delta\delta'$ communique par le fil $\lambda\lambda'$ avec l'axe du Régulateur, et, par lui, avec le pôle voltaïque aboutissant à la plaque sur laquelle repose le rayon mobile. L'autre ruban $\mu\mu'$ est réuni par un fil conducteur $\chi\chi'$ avec le pôle extrême de nom contraire. Le fil de ligne $b\,c$ part du support en cuivre de l'axe de rotation de l'un des leviers (celui de gauche dans la figure), où il est arrêté par la vis $m$. Le fil de terre $vv'$ se termine au support de l'axe de l'autre levier. Dans l'état de repos, les extrémités $\beta,\beta'$ appuient sur leurs enclumes $\beta''$, $\beta'''$, et chaque extrémité $\alpha$, $\alpha'$ est maintenue relevée par un ressort inférieur $q$. On sait que la manœuvre de l'un quelconque des leviers suffit à lancer dans le circuit des courants de même direction, d'une durée quelconque, tandis qu'abandonné à lui-même, ce levier ferme aussitôt par la terre et non plus par la pile le circuit de la station expéditionnaire avec celle de réception. L'autre levier-clef

[1] Archives des Sciences physiques et naturelles (Supplém. à la Bibl. Univ.), tome V, page 147; 1847.



sert à lancer des courants de sens inverse. On choisit, pour la production des signaux, celui qui détermine dans les électro-aimants $y$, $y'$, etc., des pôles de noms contraires à ceux des extrémités correspondantes des armatures aimantées. L'autre levier, sur lequel on a gravé le mot *Interrupteur*, est réservé pour produire la rupture immédiate de la communication en abaissant un instant son extrémité relevée. Le contre-courant a, dans chaque circuit partiel allant d'un Transmetteur à l'autre, la même intensité que le courant direct. On peut s'en assurer par le degré d'aimantation qu'il détermine dans des aiguilles d'acier, logées au centre d'hélices électro-dynamiques semblables.

Les courants employés pour le fonctionnement des télégraphes électro-chimiques, de ceux de Morse et des appareils à cadran sont tous dirigés dans le même sens. Aussi mon Transmetteur s'applique-t-il à chacun de ces systèmes. Dans le télégraphe à aiguilles, les courants marchent dans des directions variables suivant les signes à produire. Malgré cette différence essentielle, le Transmetteur peut également s'employer avec lui. On remplace les armatures aimantées $m\,m'$ par des armatures de fer doux, et on ne donne aux ressorts à boudin qu'une tension modérée. Alors, en dépit de l'alternance des courants, ces armatures restent au contact des pôles des électro-aimants (pourvu que le jeu du levier ne soit pas trop brusque), parce que l'inversion des pôles magnétiques chez ceux-ci et dans les armatures s'accomplit en un temps moindre que celui nécessaire au retrait de ces dernières. Une fois la dépêche finie, on lance un dernier courant *instantané* dirigé en sens inverse du précédent, et les armatures se détachent immédiatement ou après une ou deux secondes.

trices et isolantes du commutateur les inversions représentées dans la figure 8. Dès lors, l'usage du levier-clef $\alpha' \beta'$ produira dans le circuit E F un courant de même direction que celui lancé d'abord dans le circuit E D par le levier-clef $\alpha \beta$. Il est clair que, pour toutes les stations comprises entre A et E, le commutateur devra être disposé comme l'indique la *fig.* 7, et que, pour toutes les stations comprises entre E et K, il devra l'être comme le fait voir la *fig.* 8. La position d'inversion des parties isolantes et conductrices est donc différente dans le Régulateur de chacune des stations intermédiaires.

Quand le Transmetteur d'une telle station est en jeu, l'employé ne peut télégraphier. Il en est averti soit par un petit signal que l'armature *m m'* déplace en se mouvant, soit par la circonstance que sa boussole ne dévie pas quand il abaisse son levier, parce que le circuit de la pile de ligne est ouvert.

L'usage du Transmetteur nécessite, dans chaque poste expéditionnaire, la présence d'une pile à éléments d'autant plus nombreux que les distances à franchir, et par conséquent les résistances à vaincre, sont plus considérables. La dépense qui en résulte est sans doute bien faible, quand on la compare avec les avantages de cet instrument. En France, l'entretien d'un élément de Daniell est de fr. 0,75 par an, au maximum [1]; en Suisse il coûte moins encore, à cause des dimensions si petites des couples employés. On peut néanmoins diminuer considérablement le nombre de ces couples, en exigeant du Transmetteur de chaque poste à traverser qu'il introduise dans le circuit de la ligne quelques-uns des éléments

[1] Ce renseignement m'a été communiqué par M. Alph. Foy, administrateur en chef des lignes télégraphiques françaises.

de la pile locale. Supposons que pour télégraphier de

A en B, il faille 10 couples;
B en C, » 12 »
C en D, » 9 » etc.

Dès lors, pour télégraphier dè

A en C, il faudrait 22 couples;
A en D, » 31 »
B en D, » 21 » etc.

Or, en établissant la communication directe de A en D, on supprime temporairement la possibilité d'une transmission entre les stations intermédiaires. Les piles locales de B et de C, qui servent à manœuvrer les appareils de Morse, deviennent donc disponibles. Prenons en A douze couples, par exemple, au lieu de dix et nous faisons fonctionner le transmetteur de B; si ce dernier met dans le circuit un nombre d'éléments de la pile locale qui équivaille à dix couples de la pile de ligne de la station A, nous aurons les vingt-deux couples nécessaires pour atteindre C. — Prenons en A quatorze couples, le Transmetteur de B joue en nous en fournissant dix; dès lors, celui de C fonctionne aussi et s'il ajoute à la force qui le fait agir un courant, emprunté à sa pile locale, équivalent à celui de sept couples de la pile de ligne de A, nous atteindrons efficacement la station D. Ainsi quatorze éléments employés dans le poste expéditionnaire produiront un effet qui en aurait nécessité trente et un, sans ce nouveau service du Transmetteur.

Ce résultat s'obtient par l'addition d'un seul ressort plat $h'$ (*fig.* 5) qu'un bouton d'ivoire porté par l'extrémité $m'$ de l'armature arrache au contact d'une vis $i'$ mobile dans un écrou fixe $k'$. Cet écrou communique par le fil $\tau\tau'$ avec l'écrou $k$, et par lui avec la plaque de



terre $l$. L'un des pôles de la pile locale Q Q′ (entière ou réduite suivant sa puissance) est lié au bouton à vis $v$ qui est en relation avec le coussinet sur lequel porte l'axe $n$ de l'armature. L'autre pôle communique avec l'extrémité du ressort $h'$ fixée sur l'appui $g'$. Ces pôles sont disposés de manière à renforcer le courant de la pile de ligne qui s'établit à travers la pile locale Q Q′, lorsque le circuit de cette dernière (ouvert jusqu'à ce moment, sauf quand le relais est en jeu) est fermé par l'attraction de l'armature. Le courant qui arrive par le fil de ligne $e\,f$ suit alors la route $y\ g\ h\ m\ n\ v$ Q Q′ $\theta\ g'y'f'b'$. Celui qui arrive par le fil de ligne $b'f'$ suit la route inverse. Le passage du courant par la moitié $m\,n$ de l'armature, qu'elle soit d'acier trempé aimanté à saturation ou de fer doux, n'est point influencé par le magnétisme permanent ou temporaire qu'elle renferme. C'est ce dont je me suis assuré par des expériences spéciales [1].

Plus il y a de distance entre les stations qui veulent communiquer directement, plus s'accroissent les chances de défaut d'isolement dans le parcours du fil de ligne. En Suisse ces chances sont extrêmement faibles, parce que les poteaux suspenseurs sont de sapin imprégné de matière résineuse. Aussi voit-on un grand nombre d'isolateurs hors d'état remplacés par un simple clou

[1] Archives des Sciences physiques et naturelles (Bibl. Univ.), tome XIII, page 41 (janvier 1850). — On peut, du reste, éviter ce passage par une disposition analogue à celle de la *fig.* 10.

Si un courant trop fort, résultant surtout d'un état orageux de l'atmosphère, faisait fonctionner les Transmetteurs de stations plus éloignées que le poste voulu, on commencerait par porter le rayon du Régulateur sur la plaque correspondante au bureau extrême de la ligne, et on détruirait, par le jeu instantané de l'Interrupteur, l'effet de cette perturbation accidentelle.

de fer qui retient le fil, et de temps à autre celui-ci supporté par des branches d'arbre, sans que le service de la ligne la plus longue, celle de Genève à St-Gall, en ait été sensiblement affecté, même dans les jours les plus humides. — Quoi qu'il en soit, supposons le cas où l'intensité du courant donné par le Régulateur est insuffisante pour atteindre un poste éloigné. Alors le bureau expéditionnaire cherche à opérer par son rhéostat la compensation nécessaire [1]. S'il y réussit, il donne immédiatement avis de cette circonstance à la station avec laquelle il communique, afin que l'employé de celle-ci se procure par le même moyen la puissance voltaïque indispensable à la transmission de sa réponse. Dans le cas où le rhéostat serait impuissant à produire l'effet voulu, le bureau expéditionnaire adresserait la dépêche au plus éloigné de ceux qu'il peut atteindre, pour qu'elle soit envoyée le plus promptement possible à sa destination. Même alors, l'usage du Transmetteur ne le cède point à celui du fil spécial avec lequel le même accident serait advenu.

La forme du Transmetteur et celle de l'Indicateur décrits ne sont pas les seules qu'on puisse utiliser. J'en ai construit et essayé plusieurs qui résolvent également le problème. C'est aux praticiens à décider de la plus convenable. Je désire cependant ajouter quelques détails sur deux variétés de ces appareils qui sont préférables à beaucoup d'autres.

On peut disposer horizontalement l'armature du Transmetteur au-dessus d'un seul électro-aimant (*fig.* 9).

[1] On sait que cette compensation varie avec la distance du point de dérivation à la pile de ligne qui fonctionne, quand la diminution d'intensité ne provient pas de l'affaiblissement de cette pile elle-même.



La branche *y* et la branche *y'* (cachée dans la figure), jouent chacune le rôle des électro-bobines de la *fig.* 1. Le fil *ef*, après s'être enroulé sur la première, est dénudé sur une partie de sa longueur pour se lier à une pince à vis S, qui le met en relation avec le ressort *h* et la plaque de terre *l*. De la pince S, ce fil va en M s'enrouler sur la branche *y'*, et se continue par *a' b'*, comme fil de ligne, de B en C. L'armature d'acier aimanté est sertie dans un anneau de cuivre qui, par une tête *z*, agit sur le ressort *h*. Cet anneau se prolonge en une tige horizontale portée par un couteau en *n*, et dont le jeu se règle à l'aide d'un ressort *o* comme dans la *fig*. 1. Un bras latéral de la colonne *n'* sert d'appui à l'écrou *r*. La colonne *g* en bois livre passage intérieurement au fil qui, de S, va au ressort *h*. A l'extérieur, elle porte un anneau métallique base d'un bras T qui sert d'écrou fixe aux vis *i* et *p*.

Si le Transmetteur doit introduire dans le circuit de ligne tout ou partie de la pile locale, on a recours à deux ressorts *h* et *h'* (*fig*. 10). Le premier est supporté par la colonne de bois *g*, et communique avec le fil *ef* de la branche *y*; le second fixé par la colonne de bois *g'* se lie, par le fil T, avec le relais et la plaque de terre *l*. Les deux vis *i*, *i'* fonctionnent dans un même écrou *k*, porté par les colonnes *g* et *g'*, et qui est en relation avec le fil *tf'b'* de la branche *y'*. L'armature *m* est fixée dans une pièce qui, au lieu de la tête *z*, présente une petite plaque horizontale *a a'*, dont la partie *a'* est isolante. Les couples QQ' de la pile locale à introduire dans le circuit ont pour rhéophores le fil *b* soudé au fil *t*, et le fil *c* lié à la pièce métallique qui supporte le couteau *n*. Toutes ces pièces sont figurées en projection horizontale.

Si le Transmetteur ne fonctionne pas, le courant venant de *e* circule par *fyghikg'* T *l*; celui qui vient de *b'* passe par *f'y' tki h' g'* T *l*. Si l'armature est attirée, le courant venant de *e* suit la route *fyghanc* Q Q' *b' ty' f' b'*. La vis *p*, qui limite l'excursion supérieure de l'armature, est portée par un bras de la pièce *k*.

L'Indicateur peut aussi être modifié comme la *fig*. 11 le représente. Au-dessus de l'anneau Δ on en fixe un plus large P, sur le pourtour duquel on articule les armatures de fer doux *v*, portant à leur partie supérieure un petit étendard qui indique le nom B de la station à atteindre. L'électro-bobine repose sur une colonne *d*, à laquelle on fixe l'extrémité d'un ressort à boudin qui s'articule en *e* sur l'armature. Vis-à-vis, on voit en *f* un ressort semblable qui est comme la continuation du premier, et qui aboutit à une tige carrée à vis qu'on manœuvre par un écrou *r* contre un canon fixe *u*. Une disposition pareille vient d'être appliquée par l'habile mécanicien, M. Hipp, au perfectionnement des relais de nos stations suisses[1]. Dans ce modèle, l'armature *v* surmonte moins de frottements que dans celui de la *fig*. 4. D'autre part, elle est exposée obliquement à l'attraction des anneaux polaires ΔΔ'.

En résumé, les principes sur lesquels mon procédé se fonde sont les suivants :

*a*) Rompre la liaison du relais ou de l'appareil télégraphique de chaque station intermédiaire avec le fil de terre, à l'aide du magnétisme développé par un courant plus intense que celui qu'exige le jeu de ce relais ou de cet appareil.

[1] *Instruktion für die Telegraphisten der Schweiz, betreffend die Behandlung des Relais*, § 9, p. 5.



*b*) Utiliser le magnétisme induit dans les électro-aimants, et qui maintient les armatures au contact des pôles, pour prolonger la durée des dispositions mécaniques nécessaires à la transmission directe des dépêches.

*c*) Faire servir le courant voltaïque à indiquer incessamment à l'employé de la station expéditionnaire si les signaux parviennent réellement au poste auquel il s'adresse.

*d*) Opérer la rupture immédiate de la communication directe à l'aide d'un contre-courant instantané.

*e*) Renforcer le courant de la pile de ligne du bureau de départ par celui des piles locales des stations à franchir.

---

## RECHERCHES SUR L'INFLUENCE DE LA CHALEUR, DE LA COMPRESSION, DE LA FORME CRISTALLINE ET DE LA COMPOSITION CHIMIQUE SUR LES PHÉNOMÈNES DIAMAGNÉTIQUES, M. Charles MATTEUCCI.

(*Extrait communiqué par l'auteur.*)

Avant de passer à l'exposition de mes recherches sur la *polarité diamagnétique*, je crois convenable de commencer, comme je l'ai fait dans l'ordre de mes études, par exposer le résumé des résultats que j'ai obtenus dans une série préalable d'expériences sur l'influence de la chaleur, de la compression, de la forme cristalline et de la composition chimique sur les phénomènes *diamagnétiques*.

### *Action de la chaleur sur le bismuth et le fer en présence de l'aimant.*

C'est M. Plucker qui, contre l'opinion de Faraday, a admis que le diamagnétisme du bismuth diminue avec l'augmentation de la température, et que la courbe qui exprime la marche du phénomène présente un point d'inflexion vers la température de fusion de ce métal. Faraday a trouvé plus tard que le pouvoir avec lequel dans certaines conditions le bismuth cristallisé se dirige dans le champ magnétique, disparaissait au moment de la fusion. Le sujet était très-important, et il fallait en l'étudiant se mettre à l'abri des modifications que la température produit indubitablement dans la matière quelconque qui est employée pour contenir le bismuth. Une expérience, que j'ose appeler élégante, prouve la diminution très-grande et brusque du pouvoir diamagnétique du bismuth au moment de la fusion : une petite cuiller en chaux caustique, qui est une substance diamagnétique, est fixée à l'extrémité d'une tige légère de bois qui est à son tour suspendue horizontalement par un fil de cocon en face d'un pôle d'un électro-aimant. Le diamagnétisme de la chaux caustique augmente en passant de la température ordinaire jusqu'à la température du rouge obscur, comme cela arrive généralement pour tous les corps diamagnétiques impurs qui contiennent des traces de matière ferrugineuse dont le pouvoir est considérablement affaibli par la chaleur. Il suffit de passer sur la surface de la petite cuiller de chaux un papier teint de *colcothar* pour qu'elle soit attirée après par l'électro-aimant. La quantité de l'oxyde qui s'attache à la chaux est minime et il serait impossible d'en déterminer le poids



avec exactitude. Je remplis la cuiller avec du bismuth pur et la répulsion devient de nouveau prédominante. En chauffant avec une lampe à alcool et en fermant le circuit lorsque le bismuth est fondu, on voit la cuiller s'attacher au pôle de l'aimant et s'y fixer. C'est au moment même que la croute solide apparaît sur la surface du bismuth avec la goutte liquide qui la déchire, qu'on voit la cuiller de chaux repoussée vivement du pôle magnétique. C'est en tenant le bismuth fondu dans une nacelle de chaux caustique en forme d'aiguille et avec la méthode des oscillations convenablement appliquée, que j'ai mesuré le pouvoir diamagnétique de ce métal en fusion. La nacelle de chaux était attachée à un crochet de verre soutenu par sept à huit fils de cocon réunis ensemble. Il est facile de porter la nacelle dans la flamme d'une lampe à alcool à double courant en tenant la tige du crochet avec la main et d'en élever ainsi la température jusqu'au rouge naissant. Je compte le nombre des oscillations faites par la nacelle ainsi chauffée sans le bismuth et je répète la même expérience en ayant le bismuth, fondu dans la nacelle; dans les deux cas, par une disposition facile à concevoir, le fil était tendu par le même poids. A la suite d'un grand nombre d'expériences concordantes entre elles, et qu'il serait trop long et inutile de décrire, j'ai trouvé que la durée de l'oscillation de l'aiguille de chaux avec le bismuth fondu est la même de celle de l'aiguille seule également chauffée, ce qui conduit à conclure que le pouvoir diamagnétique du bismuth cesse d'être sensible dans l'état de fusion de ce métal, sous l'influence d'un électro-aimant très-fort. J'ai cherché si, en employant une grande masse de bismuth fondu (gr. 57,250) relativement au poids de la

chaux, je pourrais arriver à renverser le pouvoir diamagnétique; mais je n'ai pas réussi, ou du moins le pouvoir diamagnétique de la chaux est toujours resté prédominant. En tenant une aiguille de bismuth suspendue à un fil de cocon dans l'air chauffé renfermé dans une cloche de verre qui plonge dans un bain d'huile, et entre les pôles d'un électro-aimant, j'ai trouvé qu'en allant de 0° jusqu'à une température peu au-dessous de 212° cent., le pouvoir diamagnétique diminuait à peu près proportionnellement avec l'augmentation de la température.

Je dois faire remarquer qu'en étudiant l'action de la température sur des corps non métalliques et non cristallisés, tels que le soufre et le phosphore, on trouve que la diminution du magnétisme par la fusion est très-petite. Avec une méthode semblable, j'ai pu enlever les doutes qui existent depuis longtemps dans la science sur le pouvoir magnétique du fer porté à une température très-élevée. A l'aide du jet de la flamme du gaz oxi-hydrogène, je faisais fondre un morceau de fil de fer qui pesait $25^{mg}$ et qui était contenu dans une petite cavité à l'extrémité d'une aiguille de chaux soutenue avec le fil de cocon. En faisant agir un électro-aimant sur le fer ainsi réduit *à l'état de fusion, j'ai trouvé qu'il était encore attiré*. Je n'ose pas décrire minutieusement les expériences et donner les nombres que j'ai obtenus, en tâchant de comparer la force magnétique du fer à la température de $+10°$ C. à celle de ce métal fondu; je me bornerai à dire que l'attraction n'était manifeste que lorsqu'on agissait sur la boule de fer fondu de $25^{mgr}$ avec un électro-aimant très-fort mis en activité par un courant de 30 couples de Grove, cette boule étant placée à l'extrémité d'une aiguille de chaux suspendue à

un fil de cocon. On n'est certainement pas bien loin de la vérité en admettant que la force magnétique du fer fondu (probablement d'un mélange de fer et d'oxide de fer) est $\frac{1}{15000000}$ (quinze millionième) de la force de ce métal à la température ordinaire. Le cuivre de commerce, l'or de monnaie, le zinc, certaines espèces de charbon et la porcelaine sont les corps que j'ai trouvés très-magnétiques à la température ordinaire et qui, étant chauffés à une température plus ou moins élevée, sont temporairement repoussés par l'aimant. Le platine reste magnétique à l'état de fusion et semble n'éprouver qu'une faible diminution de son pouvoir.

### *Compression du bismuth.*

On connaît depuis longtemps l'influence de la percussion et des actions mécaniques en général sur les propriétés magnétiques du fer doux et de l'acier. J'ai été, je crois, le premier (Comptes Rendus, T. XXIV, p. 302) à étudier à l'aide des courants induits les variations produites par la torsion dans le magnétisme d'une barre de fer, ce qui m'a conduit au fait tout dernièrement confirmé et développé par les belles expériences de M. Wertheim, c'est-à-dire que la torsion et la détorsion successive d'une tige de fer produisent des courants induits dans des directions opposées. Il était très-important d'entreprendre des recherches analogues sur les corps diamagnétiques. MM. Tyndall et Knoblauch et après M. Tyndall seul ont trouvé qu'une masse de bismuth comprimé se dirige toujours entre les pôles d'un électro-aimant de manière que la ligne de compression soit perpendiculaire à la ligne des pôles, et cela indépendamment des dimensions de la masse. Il n'est pas difficile de répéter

et de confirmer cette belle expérience, qui réussit également bien avec l'acide stéarique et avec le soufre ; il faut seulement avoir soin de comprimer également tous les points des deux surfaces qui sont serrées entre les deux mâchoires de la presse, lesquelles doivent être faites avec deux grosses plaques de verre. Les pièces comprimées sont ensuite lavées dans l'acide hydrochlorique. J'ai opéré d'abord sur des cubes de bismuth comprimés dont les deux faces opposées étaient perpendiculaires à la ligne de compression. En suspendant ces cubes de manière que la ligne de compression reste toujours horizontale, on les voit pointer et se diriger toujours de manière que la ligne de compression soit perpendiculaire à la ligne polaire. Ce phénomène a lieu quelle que soit la face du cube qui est attachée au fil de suspension pourvu que les deux faces comprimées restent verticales. Cette propriété persiste après avoir chauffé le bismuth autant que possible sans le fondre. Des cubes formés de bismuth cristallisé cessent de présenter, après une légère compression, les phénomènes magnéto-cristallins. Sur un même cube, il est facile d'obtenir plusieurs alternatives de cette propriété directive développée par la compression tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. Si la ligne de compression est dans le prolongement du fil de suspension, le cube cesse de pointer et paraît être indifférent à l'action de l'électro-aimant, ce qui empêche de comparer la ligne de compression à celle suivant laquelle sont dirigés les plans du clivage principal dans les phénomènes magnéto-cristallins du bismuth.

Sur un cube de $10^{mm}$ de côté et qui avait été comprimé, j'ai coupé des aiguilles prismatiques dans des sens différents. L'aiguille pour laquelle la ligne de compres-



sion était parallèle à son axe, se plaçait entre les pôles comme l'aurait fait une aiguille de bismuth à l'état naturel. Il existait seulement une différence notable, c'était celle de la plus grande rapidité des oscillations de l'aiguille comprimée. Un cylindre de bismuth comprimé avec une vis dans un étui de cuivre présente cette même propriété qu'on pourra attribuer à l'augmentation de densité. Les aiguilles qui sont coupées de manière à avoir la ligne de compression perpendiculaire à leur axe, se comportent différemment. Si l'aiguille est suspendue horizontalement, on la verra pointer entre les pôles avec l'axe dirigé dans la ligne polaire suivant l'expérience de MM. Knoblauch et Tyndall; mais il suffit de faire tourner de 90° le point de suspension, de manière que la ligne de compression soit verticale, pour voir l'aiguille se diriger normalement à la position occupée précédemment, c'est-à-dire se placer dans la ligne où se mettrait une aiguille de bismuth à l'état naturel. Ce cas remarquable présente encore la différence déjà notée entre les phénomènes développés dans le bismuth par la compression, et ceux qui dépendent de son état cristallin. La direction des aiguilles de bismuth comprimé s'obtient plus facilement avec les extrémités polaires étendues; en substituant des extrémités taillées en pointes et très-rapprochées l'une de l'autre, on voit l'aiguille qui se plaçait dans la ligne des pôles auparavant, être repoussée dans la ligne *équatoriale*.

Une aiguille de bismuth comprimée qui se tient dans la ligne polaire lorsque la ligne de compression est horizontale et perpendiculaire à son axe, éprouve d'une manière très-manifeste l'influence d'un barreau aimanté ou d'un morceau de fer doux qu'on en approche. Si l'ex-

trémité de la tige de fer doux ou du barreau aimanté est approchée de l'aiguille de bismuth normalement et sans toucher le pôle de l'électro-aimant, la partie la plus voisine de cette aiguille semble en être attirée et s'arrête inclinée entre le pôle et la tige de fer. Ce mouvement est indépendant du nom du pôle du barreau aimanté rapproché de l'aiguille. Quand la tige de fer ou le barreau aimanté touche le pôle de l'électro-aimant et s'avance inclinée vers l'aiguille de bismuth, le mouvement est contraire au précédent, c'est-à-dire que l'aiguille paraît repoussée et abandonne sa position axiale pour s'approcher de la ligne équatoriale. L'indépendance de ces mouvements à l'égard de la nature du pôle du barreau aimanté qu'on approche de l'aiguille de bismuth, n'a d'autre signification sinon que le barreau aimanté, quel que soit le pôle qu'on approche, subit l'influence de l'électro-aimant et se comporte comme du fer doux. Ainsi le mouvement d'attraction apparente qui a lieu dans le premier cas est une conséquence du déplacement de la ligne axiale vers la tige de fer qui est suivie par le mouvement correspondant de l'aiguille dont l'axe doit toujours se trouver dans cette ligne. Lorsque la tige de fer en contact avec le pôle s'avance inclinée vers l'aiguille de bismuth, on produit le même effet, savoir le rapprochement des extrémités polaires, c'est-à-dire la répulsion de l'aiguille vers la ligne équatoriale.

*Phénomènes magnéto-cristallins du bismuth.*

Dans mes recherches sur la polarité diamagnétique que je publierai très-prochainement, j'ai étudié l'influence de la masse sur le pouvoir diamagnétique du bismuth. Je faisais, pour cela, osciller entre les pôles



d'un électro-aimant, et dans des circonstances semblables, quatre cylindres de bismuth qui avaient $30^{mm}$ de longueur et les poids suivants : $18^{gr},600$ ; $4^{gr},601$ ; $1^{gr},596$ ; $0^{gr},576$. J'ai trouvé que ces cylindres faisaient *le même nombre d'oscillations dans le même temps*. Avec des cylindres plus gros et surtout avec des aiguilles prismatiques coupées dans des masses cristallisées, je trouvais des écarts à cette loi dont je ne pouvais me donner l'explication qu'en ayant recours à l'action *magnéto-cristalline* découverte par Plucker et Faraday. En opérant sur un cube de bismuth cristallisé, dont deux faces opposées sont des plans naturels du clivage principal, on acquiert bientôt une idée exacte de ces phénomènes découverts et si bien étudiés par Faraday. Si le cube est suspendu avec les faces de clivage verticales dans les deux positions qui font 90° entre elles, on voit le cube au moment où l'électro-aimant entre en action, faire un petit nombre d'oscillations et se fixer dans la ligne des pôles avec l'axe que Faraday a appelé magne-cristallin, de manière que les plans de clivage soient perpendiculaires à la ligne polaire. En comptant le nombre des petites oscillations que fait le cube autour de la ligne polaire, j'ai trouvé que ce nombre est le même dans les deux cas de suspension. On réussit très-bien dans ces expériences en observant les petites oscillations avec la lunette du cathétomètre. Si le cube est suspendu de manière que le plan de clivage soit horizontal, il cesse de se diriger et tourne indifféremment dans tous les sens.

J'ai coupé dans des directions différentes sur des masses de bismuth cristallisé, des aiguilles prismatiques que je suspendais à un fil de cocon entre les extrémités polaires de l'électro-aimant, qui étaient terminées par

deux larges surfaces carrées avec les bords légèrement arrondis. J'ai opéré sur six de ces aiguilles de poids différents, et coupées dans des masses différentes de bismuth cristallisé. Ces aiguilles avaient deux faces dans le sens de la longueur qui étaient celles du clivage principal. J'ai suspendu ces aiguilles tantôt avec les faces de clivage verticales, tantôt avec ces mêmes faces horizontales. La durée de l'oscillation, toutes les autres circonstances étant égales, était différente dans les deux positions. Je rapporterai quelques-uns des nombres obtenus en supprimant, pour abréger, d'autres d'ailleurs conformes. Une aiguille de $18\frac{1}{2}^{mm}$ entre les surfaces polaires éloignées de $35^{mm}$, et dont le poids est $1^{gr},350$ fait 20 oscillations en $70''$, avec les plans de clivage horizontaux et en $41\frac{1}{4}''$ avec ces mêmes plans verticaux. Une autre aiguille qui pèse $1^{gr},120$ fait, dans le premier cas, 20 oscillations en $64\frac{1}{4}''$, et en $40\frac{3}{4}''$ dans le second. Une autre aiguille de la même longueur, qui pèse $8^{gr},150$, fait 20 oscillations avec les clivages horizontaux en $136''$, et avec les clivages verticaux en $52''$. En faisant osciller des aiguilles semblables de bismuth amorphe, l'oscillation est plus rapide que celle de l'aiguille cristallisée dont le plan de clivage est horizontal, et plus lente que l'autre.

En substituant aux extrémités polaires carrées et larges, une forme allongée en pointe, et en employant les mêmes aiguilles de bismuth, les différences trouvées dans les deux positions subsistent toujours, mais elles sont moindres.

J'ai également préparé des aiguilles dont les plans de clivage étaient perpendiculaires à l'axe. J'ai vu ces aiguilles pointer dans la ligne polaire comme l'aurait fait une aiguille magnétique. Cela avait lieu avec une force

semblable dans les deux systèmes de suspension à 90°. En approchant beaucoup les extrémités polaires, ces aiguilles finissent par être repoussées dans la ligne *équatoriale*. La même chose a lieu avec des extrémités coniques. — J'ai enfin suspendu entre les pôles de l'électro-aimant une aiguille de sulfate de chaux aux extrémités de laquelle se trouvent fixés deux cubes de bismuth cristallisé. Si les deux faces de clivage sont ou horizontales ou parallèles à la longueur de l'aiguille, on voit l'aiguille toujours repoussée dans la ligne équatoriale, et dans le second cas, l'oscillation est beaucoup plus rapide que dans le premier. Si les faces de clivage sont verticales et perpendiculaires à la longueur de l'aiguille, on voit, avec les faces polaires carrées à la distance de 30$^{mm}$ ou à peu près, quelle que soit la position de l'aiguille au moment où le circuit est fermé, l'aiguille se précipiter sur la ligne des pôles, osciller autour de cette ligne et s'y arrêter. En plaçant les extrémités polaires à une distance plus grande, la ligne équatoriale devient une ligne d'équilibre instable pour cette aiguille.

En faisant tomber d'une certaine hauteur, sur un plan de marbre, du bismuth liquide à petites gouttes, j'ai obtenu des lames excessivement minces de ce métal avec lesquelles, et au moyen de papier interposé, j'ai composé des cubes et des aiguilles qui imitaient le bismuth cristallisé dans l'hypothèse que les plans de clivage fonctionnaient comme les lames séparées. MM. Tyndall et Knoblauch avaient employé, dans le même but, du papier couvert de poudre de bismuth fixée avec de la gomme. J'ai comparé des cubes de bismuth cristallisés avec des cubes formés soit au moyen de lames soit avec la poudre de bismuth : les trois systèmes de cubes se sont conduits

de la même manière entre les pôles de l'électro-aimant ; il y a eu seulement une différence dans l'intensité de la force dirigeante, moindre dans les seconds cas. J'ai aussi formé des aiguilles prismatiques avec des lames de bismuth très-minces, disposées comme les clivages, et les effets obtenus avec les aiguilles de bismuth cristallisé se sont également reproduits, mais avec une intensité moindre.

Il est de toute nécessité, dans ces expériences de comparaison, que les cubes et les aiguilles de bismuth cristallisé et ceux formés avec des lames minces qui les imitent, aient les mêmes dimensions. Sur les deux espèces de cubes ou d'aiguilles les effets varient, comme je l'ai déjà dit, en éloignant les extrémités polaires ou en ayant ces extrémités terminées en pointe.

Malgré l'analogie des phénomènes obtenus sur les aiguilles de bismuth cristallisé et sur celles qui sont formées des lames qui les imitent, il me paraît impossible d'expliquer tous les phénomènes magnéto-cristallins du bismuth que j'ai rapportés, en ayant recours à la différence de répulsion trouvée par M. Tyndall dans le bismuth, suivant que l'axe de l'aimant est parallèle ou perpendiculaire au clivage. Au moyen de cette différence seule on ne peut interpréter la force répulsive très-différente qui fait osciller une aiguille de bismuth dont les clivages sont parallèles à son axe suivant que les clivages sont horizontaux ou verticaux. De même, par cette inégalité, il serait impossible de concevoir pourquoi l'aiguille de sulfate de chaux, qui porte à ses extrémités deux cubes de bismuth cristallisé dont les clivages sont perpendiculaires à l'axe, doit se précipiter sur la ligne polaire, et s'y fixer en équilibre. Nous connaissons en-

core trop peu la loi élémentaire du diamagnétisme, pour être dans le cas de comprendre les phénomènes certainement complexes du bismuth cristallisé, et nous aurions besoin de pouvoir augmenter les effets du diamagnétisme pour parvenir, sur ce sujet, à une connaissance semblable à celle acquise dans le temps pour l'électro-magnétisme, par les travaux de MM. Biot et Savart. Il ne faut pas oublier que l'état liquide fait disparaître les propriétés diamagnétiques et magnéto-cristallines du bismuth, et que les phénomènes de l'induction électro-magnétique sont en rapport avec la cristallisation, comme je l'ai prouvé dernièrement en faisant voir que le magnétisme de rotation s'exerce différemment dans le bismuth cristallisé suivant les directions respectives des plans de clivage et de l'axe magnétique.

Un cube formé de lames de cuivre isolées entre elles, suspendu verticalement entre les pôles, s'arrête brusquement en faisant 45 degrés avec l'axe magnétique au moment que le circuit est fermé et se retourne subitement comme si les lames étaient attirées par les surfaces polaires. Lorsque le circuit est ouvert, les courants circulaires qui se forment sur ces lames, parallèles à ceux de l'électro-aimant et qui sont en sens contraire au commencement et à la fin, donnent l'explication de ces mouvements, en ayant égard, comme Faraday l'a fait remarquer, au temps employé par le fer doux de l'électro-aimant à perdre son magnétisme relativement à la durée de l'oscillation du cube. En composant des cubes semblables avec des lames de métaux beaucoup moins conducteurs que le cuivre, tels que l'étain, le plomb et le bismuth même, on obtient des effets semblables, mais avec une intensité moindre ; et si

ces différents cubes sont suspendus à un fil de torsion, on trouve qu'il faut des forces différentes pour les déplacer du même angle lorsqu'ils sont entre les pôles de l'électro-aimant.

Sans avoir l'intention, dans ce moment, d'insister sur la dépendance, ou du moins sur l'intervention des forces de l'induction électro-magnétique dans ses rapports avec la cristallisation dans les phénomènes diamagnétiques et surtout dans les phénomènes magnéto-cristallins, je me borne à signaler ce point à l'attention des savants. Les propriétés diamagnétiques et magnéto-cristallines des corps isolants ne présentent pas une objection absolue contre la valeur de ces considérations, puisqu'il est prouvé par les anciennes expériences de M. Arago et par les miennes plus récentes que le magnétisme en mouvement agit sur des corps qui sont isolants, et qui ne contiennent pas des substances magnétiques.

### *Composition chimique.*

Je ne rapporterai à ce sujet qu'un très-petit nombre de résultats, que j'ai obtenus plutôt en vue de l'application que je devais en faire ensuite aux recherches sur la polarité diamagnétique, qu'à cause de leur véritable importance.

L'argent et le cuivre purs sont des métaux diamagnétiques, et lorsqu'on les expose à l'action de l'électro-aimant à l'état de grande division, on les voit être repoussés par chaque pôle et faire un certain nombre d'oscillations en restant toujours éloignés du pôle, comme le font le bismuth et le phosphore. La meilleure méthode pour exécuter ces expériences, c'est de lier un globule de ces poudres métalliques avec un fil simple de cocon, et de le suspendre ainsi au-devant d'un pôle conique ou mieux





en face de la conjonction des deux pôles qu'on fait toucher ensemble. Des cylindres de paille ou de plume d'oie remplis de ces métaux à l'état de division sont repoussés et oscillent autour de la ligne équatoriale. L'oxydule de cuivre, l'oxyde de bismuth, l'oxyde, le chlorure et le nitrate d'argent sont diamagnétiques. L'oxyde de cuivre est magnétique, et on peut alternativement voir la même masse attirée ou repoussée par l'aimant suivant qu'elle est ou oxydée en la chauffant à l'air, ou réduite par l'hydrogène à l'état métallique. Le bioxyde d'argent tel qu'on l'obtient avec la pile au pôle positif dans le nitrate d'argent est magnétique. L'acide antimonieux est diamagnétique, et l'acide antimonique est magnétique[1]. Quoique le pouvoir magnétique de l'oxygène mis en rapport avec les pouvoirs diamagnétiques des différents métaux que je viens de nommer, semble exercer une influence et déterminer, dans quelques cas, les propriétés magnétiques et diamagnétiques des combinaisons de l'oxygène avec ces métaux, il faut se garder de tirer de ces expériences une conclusion générale.

En chauffant du cuivre très-divisé dans le chlore sec, le produit qu'on obtient est magnétique.

D'ailleurs, l'exemple le plus fort de l'indépendance du pouvoir magnétique ou diamagnétique d'une combinaison de celui de ces éléments, est fourni par le prussiate jaune de fer qui est diamagnétique, soit à l'état de cristallin, soit en étant réduit en poudre et après avoir perdu son eau de cristallisation.

[1] Ces deux composés d'antimoine m'ont été fournis dans un état de pureté par le laboratoire de l'université.



## Nouvelles recherches sur le magnétisme de rotation. (Extrait d'une lettre de M. C. Matteucci à M. le prof. de la Rive.)

....... Venons-en maintenant au magnétisme de rotation. Depuis plusieurs jours j'ai envoyé à M. Arago l'extrait de deux mémoires qui n'ont pas encore paru dans les Comptes Rendus à cause de leur trop de longueur et qui paraîtront, à ce qu'on m'écrit, dans les Annales. Dans le premier mémoire, j'ai décrit mes appareils et ma méthode. L'appareil consiste dans un électro-aimant en rotation, et la méthode consiste à mesurer les forces développées ou par les forces de torsion, ou par la durée des révolutions uniformes. J'ai décrit d'abord beaucoup d'expériences préliminaires sur le magnétisme de rotation qui se rapportent à l'influence des masses et de leurs positions relativement à l'axe de l'électro-aimant. Les expériences que je regarde comme les plus importantes sont celles faites sur le bismuth cristallisé et sur les matières diamagnétiques et isolantes. — Les forces développées par l'aimant en rotation dans le bismuth cristallisé dont les clivages sont verticaux et dans un plan perpendiculaire à la ligne polaire, sont plus énergiques que celles qui sont développées sur le même bismuth disposé de manière que ses plans de clivage soient horizontaux. Si le bismuth a une cristallisation confuse, ces différences n'existent plus et les forces développées sont beaucoup plus puissantes qu'elles ne le sont avec le bismuth cristallisé ayant les plans de clivage horizontaux. Ces faits, rigoureusement établis, prouvent la relation qui existe entre les forces moléculaires de la

cristallisation et les forces développées par le magnétisme de rotation. — J'ai produit les mouvements de rotation dans le sens de l'aimant dans des sphères formées de colophane ou de résine mêlée uniformément avec du cuivre ou du bismuth très-purs et excessivement divisés, comme on les obtient en décomposant leurs dissolutions au moyen d'un courant très-fort. Ces mélanges soumis en lames très-minces à des courants très-forts, ont été trouvés *absolument isolants*. Ces mélanges sont diamagnétiques, mais ils le sont moins que le phosphore et l'acide stéarique. Or, m'étant assuré que ces deux dernières substances ne prouvent pas les effets du magnétisme de rotation, il reste *démontré* que les mélanges précédemment décrits ne doivent pas leur mouvement de rotation à l'action diamagnétique. Une autre preuve de cette impuissance du diamagnétisme m'a été fournie par des mélanges d'acide stéarique et de *colcothar*, dans lesquels ce dernier corps est en assez petite quantité pour que son action magnétique soit vaincue par l'action diamagnétique de l'acide stéarique. Ce mélange néanmoins tourne avec l'aimant par l'effet de la présence de l'oxide de fer. Quoique certain de la pureté du cuivre et du bismuth très-divisés, dont j'ai parlé, j'ai voulu m'assurer directement si ces métaux pouvaient contenir une quantité quoique très-minime de fer qui fût suffisante à expliquer la rotation qu'ils éprouvent. J'ai donc formé les mélanges avec ces mêmes métaux après les avoir oxidés, mais alors ils étaient impuissants. Ainsi il est parfaitement démontré qu'un aimant en rotation entraîne avec lui des mélanges uniformes de résine et de cuivre et bismuth très-divisés, et que cet effet ne peut être dû ni aux courants induits parce que les mélanges sont isolants, ni au pouvoir diamagnétique de ces mélanges, parce que

des corps plus diamagnétiques sont restés inactifs sous l'action de mes électro-aimants, ni enfin au magnétisme, car si une matière magnétique y existe, elle y est en quantité insuffisante, ainsi que le prouve l'expérience.

Vous savez que M. Arago, depuis l'année de 1826, avait annoncé qu'une lame de verre influe sur le nombre des oscillations d'une aiguille. Tout dernièrement, avant de communiquer mon mémoire à l'Académie des sciences, il a dit qu'il avait vérifié ses expériences en opérant avec la gomme laque. Il est facile de comprendre combien l'action de la rotation avec l'aimant, que j'ai trouvé exister sur les mélanges décrits, sert à mieux déterminer la force ainsi développée que ne peut le faire la méthode des oscillations. Du reste, il n'est pas du tout impossible qu'avec des appareils plus puissants on ne puisse produire la rotation dans des corps homogènes isolants, et je travaille maintenant à l'obtenir; mais cela sera toujours un phénomène indépendant du diamagnétisme.

Dans le second mémoire, j'ai étudié avec la seule méthode qui puisse être exempte d'erreur les courants induits dans le disque de M. Arago. En réfléchissant à l'énorme affaiblissement que produisent dans le mouvement du disque les solutions de continuité qu'on lui fait subir avec des entailles, on devra se convaincre que les forces qui émanent du disque sont dues principalement aux courants induits. Or, pour trouver la direction de ces courants, il faut considérer ce disque comme une lame métallique sur laquelle on a placé les deux pôles d'une pile. Rappelez-vous ici les mémoires de Kirckhoff et Smaasen insérées dans les *Ann. de Poggend.*, T. 69, et les expériences publiées dans le *Cimento* 1847. En promenant sur la lame les extrémités du galvanomètre, on trouve autour des pôles des lignes circulaires à cen-



variables tous placés sur la ligne qui joint les pôles. Ces lignes sont celles où le courant est nul. Entre deux de ces lignes, le courant dérivé a partout la même intensité.

Ces lignes de courant nul se contournent près des bords de la lame de manière à les couper toujours normalement. Il est toujours très-facile de trouver ces lignes en tenant fixe l'une des extrémités du galvanomètre et en déplaçant l'autre un tant soit peu, car à droite et à gauche de la ligne les courants obtenus sont en sens contraire. Maintenant les courants électriques ou les filets *maximum* d'électricité coupent toujours normalement les lignes de courant nul. La direction des courants ne peut être déterminée qu'autant qu'on connaît d'avance les lignes de courant nul. Venons maintenant au disque tournant de M. Arago. Les lignes de courant nul y existent et on peut obtenir sur ce disque en déplaçant les pointes du galvanomètre des quantités à peine sensibles, des courants en sens contraire qui prouvent l'existence de telles lignes.

Après avoir déterminé les principales de ces lignes, on peut dessiner avec sûreté les courants qui vraiment existent sur le disque. Sans cela, en opérant comme Faraday ou comme Nobili et Antinori l'ont fait, il n'y a que deux choses qu'on peut trouver et même cela avec quelques erreurs : c'est que les courants sont très-petits ou nuls dans le diamètre qui coupe la ligne polaire par le milieu, et que les courants plus forts sont parallèles à la ligne polaire. C'est par un heureux hasard que ces physiciens ont trouvé que les courants sous les pôles sont dirigés en sens contraire des courants au delà des pôles. En effet ils avouent avoir trouvé de grandes anamolies que j'explique très-facilement et que je puis

varier à l'infini. — Voici les résultats principaux auxquels je suis parvenu :

1° Sur le disque d'Arago, on trouve des lignes de courant nul comme sur une lame métallique traversée par les courants d'une pile ;

2° En vertu des propriétés de ces lignes, on parvient à tracer exactement sur le disque la direction des courants et la position des pôles d'où ils émanent ;

3° On peut ainsi constater rigoureusement le déplacement des courants et prouver par là l'influence qu'exerce le temps nécessaire au développement de l'état électrique du disque. — Les directions des courants dans le disque sont à peu près celles trouvées par Faraday et par Nobili. Mais au lieu de deux systèmes de courants, il en existait réellement quatre, car chaque pôle en a un à sa droite et un à sa gauche. Maintenant, pour expliquer les trois composants de M. Arago, il suffit de tracer des circuits semblables aux courants du disque avec du fil de cuivre couvert de soie et fixé sur un disque couvert de cire. En posant une aiguille sur le disque et en faisant passer un courant dans le circuit, je trouve que la composante parallèle au disque et normale au rayon existe indépendamment du déplacement des courants, car en avant du pôle nord il y a une action électro-magnétique attractive, et derrière une action semblable répulsive. Pour les deux autres composantes, il faut absolument un déplacement dû à l'influence du temps et des actions obliques. Effectivement l'expérience démontre que ce déplacement existe.

Pise, le 18 avril 1853.

---



## De l'eau minérale de Saxon, dans le canton du Valais (en Suisse), par M. Pyrame Morin. (Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 5 mai 1853.)

(Extrait.)

Dans l'extrait d'un mémoire sur l'eau de Saxon, publié dans la *Bibliothèque universelle* (n° de janvier 1853), j'ai rappelé l'annonce faite à la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Sion, de la présence de l'iode dans cette eau thermale, ainsi que le mémoire publié par MM. Rivier et de Fellenberg (*Bibl. univ.*, septembre 1852), établissant qu'en effet la source contient environ gr. 0,09 d'iode par litre. Puis j'ai résumé les travaux que j'avais entrepris sur le même sujet et rapprochant les résultats auxquels j'étais arrivé, de ceux que donnaient MM. Rivier et de Fellenberg, j'ai montré que l'eau de Saxon contient quelquefois de l'iode à doses très-variables et d'autres fois n'en renferme point du tout. Sur sept analyses faites à diverses époques (deux par MM. Rivier et de Fellenberg et cinq par moi), quatre constataient la présence de cette substance et trois montraient que l'eau n'en renfermait pas. J'établissais l'intermittence de l'iode dans l'eau thermale de Saxon ; c'est le premier point qui ressortait de mon mémoire. Ainsi les résultats annoncés à Sion et ceux publiés par MM. R. et de F. ne pouvaient point être regardés comme définitifs, car ils faisaient croire à la présence constante de l'iode dans la source. De nouvelles recherches étaient nécessaires pour

éclairer le public sur la vraie nature de ces eaux et faire cesser les doutes qui pouvaient s'élever sur ce phénomène d'intermittence, doutes que je partageais moi-même.

J'ai continué mes expériences sur de l'eau qui m'a été expédiée, empêché que j'ai été jusqu'à présent de retourner à Saxon. De leur côté, MM. de Fellenberg et Rivier ont repris leurs travaux dont ils ont communiqué les résultats à la Société d'histoire naturelle de Berne et à celle de Lausanne ; ils les ont publiés, chacun de son côté, dans les actes de ces sociétés. J'ai pu me procurer ces imprimés dont je donne l'extrait ci-après.

M. Brauns, chimiste à Sion, a fait aussi sur le même sujet un mémoire encore inédit; je me fais un plaisir d'en indiquer les résultats, autant que cela se peut, dans un résumé très-court et restreint par le peu de place que la rédaction de la *Bibliothèque universelle* peut accorder à un sujet dont le public a été déjà plusieurs fois entretenu.

MM. Rivier et de Fellenberg sont arrivés à Saxon le 24 janvier dernier, à 4 heures après-midi, sans être annoncés et attendus; ils se sont rendus immédiatement à la source pour puiser de l'eau avec une sonde et ils ont fermé la porte du bassin avec un double cadenas pour ne la laisser soulever qu'en leur présence. Ils ont fait des essais souvent répétés dans la journée, en puisant l'eau soit au fond du puits, soit au robinet qui se trouve dans l'établissement des bains. Les réactions ont été obtenues avec l'amidon, et les nuances successives sont désignées par 0, rose, lilas, violet et bleu. Le 0 indique l'absence d'iode et le bleu les quantités très-grandes. L'iode a été dosé par le nitrate de palladium, les poids se rapportent à 1000 grammes d'eau.

M. Rivier explique qu'il n'a jamais pu se procurer d'eau de Saxon ne contenant point d'iode, celle qui ne donnait pas de réaction avec l'amidon en contenait encore 0,002, 0,003 et même 0,008 gramme.

Toutes les réactions se trouvent résumées dans le tableau ci-après.

TABLEAU DES RÉACTIONS DU 24 AU 29 JANVIER 1853.

| Dates. 1843 Janv. | Heures. h. m. | Source. | Robinet. | Quantité d'iode à la source. gramme. |
|---|---|---|---|---|
| 24 | 4. | 0 | | |
| | 7. | 0 | | |
| 25 | 11. | 0 | | |
| | 12. | bleu. | | 0,0245 |
| | 4. | lilas. | | |
| 26 | 7.45 | 0 | | |
| | 9. | 0 | | |
| | 10.45 | 0 | | |
| | 12. | 0 | | |
| | 2. | 0 | | |
| | 4.45 | bleu. | | 0,0175 |
| | 5.30 | | 0 | |
| | 6.15 | | violet. | |
| | 6.45 | bleu. | | 0,0315 |
| | 10.30 | | 0 | |
| 27 | 8. | | 0 | |
| | 8.30 | | 0 | |
| | 10.30 | 0 | | |
| | 11. | rose. | | |
| | 11. 5 | bleu. | | 0,0175 |
| | 12.10 | lilas. | | |
| | 2. | | 0 | |
| | 2.15 | bleu. | | 0,0578 |
| | 2.30 | | 0 | |
| | 2. 45 | rose. | 0 | |
| | 3. | | 0 | |
| | 3. 15 | | 0 | |
| | 3. 30 | | bleu. | |
| | 3. 45 | | lilas. | |
| | 4. | bleu. | 0 | 0,0617 |
| | 4.15 | | rose. | |
| 27 | 4.30 | | bleu. | |
| | 4.45 | | lilas. | |
| | 5. | | lilas. | |
| | 5.15 | | lilas. | |
| | 5.30 | | 0 | |
| | 5.45 | | rose. | |
| | 6. | | 0 | |
| | 6.22 | | 0 | |
| | 6.37 | | 0 | |
| | 7. | | bleu. | |
| | 7.15 | | bleu. | |
| | 7.30 | | bleu. | |
| | 7.45 | | 0 | |
| | 8. | | 0 | |
| | 8.15 | | 0 | |
| | 8.30 | | 0 | |
| | 8.45 | | 0 | |
| | 9. | | 0 | |
| | 9.15 | | bleu. | |
| 28 | 8. | | bleu. | |
| | 8.15 | | 0 | |
| | 8.30 | | rose. | |
| | 8.45 | | bleu. | |
| | 9. | | bleu. | |
| | 9.15 | | bleu. | |
| | 9.30 | | 0 | |
| | 9.45 | bleu. | 0 | |
| | 9.50 | 0 | | |
| | 9.55 | bleu. | [illegible] | 0,0676 |
| | 10. | bleu. | 0 | [1] 0,0981 |
| | 10.15 | bleu. | 0 | 0,0470 |

[1] Fort dégagement de gaz, après lequel l'eau reste iodée tout le jour à la source.

| Dates. 1843 Janv. | Heures. h. m. | Source. | Robinet. | Quantité d'iode à la source. |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 10.30 | l'eau reste iodée depuis 10h 15' jusqu'à 3h 20'. | 0 | |
| | 10.35 | | bleu. | |
| | 10.37 | | 0 | |
| | 10.45 | | 0 | |
| | 11. | | 0 | |
| | 11.15 | | bleu. | |
| | 11.30 | | 0 | |
| | 11.45 | | 0 | |
| | 12. | | 0 | |
| | 12.15 | | 0 | |
| | 12.30 | | 0 | |
| | 12.45 | | 0 | |
| | 1. | | 0 | |
| | 1.15 | | 0 | |
| | 1.30 | | lilas. | |
| | 1.45 | | violet. | |
| | 2. | | violet. | |
| | 2.15 | | 0 | |
| | 2.30 | | 0 | |
| | 2.45 | | 0 | |
| | 3. | | lilas. | |
| | 3.15 | | violet. | |
| | 3.20 | bleu. | | |
| | 3.23 | lilas. | | |
| | 3.27 | bleu. | | |
| | 3.30 | | 0 | |
| | 3.33 | lilas. | | |
| | 3.36 | bleu. | | |

| Dates. 1843 Janv. | Heures. h. m. | Source. | Robinet. | Quantité d'iode à la source. |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 3.45 | reste iodé. | 0 | |
| | 4. | | 0 | |
| | 4.15 | | 0 | |
| | 4.30 | | 0 | |
| | 4.40 | bleu. | | |
| | 4.45 | | 0 | |
| | 4.50 | bleu. | | |
| | 5. | | 0 | |
| | 5.15 | | bleu. | |
| | 5.30 | | 0 | |
| | 5.45 | | 0 | |
| | 6. | | 0 | |
| | 6.15 | | 0 | |
| | 6.30 | | 0 | |
| | 6.45 | | 0 | |
| | 7. | | 0 | |
| | 7.15 | | 0 | |
| | 7.30 | | 0 | |
| | 7.45 | | 0 | |
| | 8. | | 0 | |
| | 8.15 | | 0 | |
| | 8.30 | | 0 | |
| | 8.45 | | 0 | |
| | 9. | | 0 | |
| | 9.15 | | 0 | |
| | 9.30 | | 0 | |
| | 9.45 | | 0 | |
| 29 | 9.30 | | lilas. | |

En suivant ces réactions, on est frappé de l'irrégularité très-grande qui existe dans la présence de l'iode: Le premier jour point d'iode à la source. Le second jour, à 11 heures, rien; à midi, couleur bleue; à 4 h. teinte lilas. Le troisième jour, à la source, rien de 7 à 2 heures; vers 5 heures et vers 7 heures couleur bleue; au robinet, sur trois essais on trouve une fois de



l'iode et deux fois point. Le quatrième jour, à la source, sur sept essais on a toutes les nuances ; au robinet, sur 30 expériences, 6 offrent la couleur bleue, 6 des teintes plus faibles, et 18 ne donnent rien. Le cinquième jour, de 9 $^3/_4$ heures jusque vers 5 heures, la source est restée constamment iodée, tandis que les essais faits au robinet donnent 45 résultats négatifs pour 13 positifs. Le même jour, MM. Rivier et de Fellenberg ont pu voir une *bouffée* de gaz sortir au travers de l'eau ; ils venaient de trouver de l'iode, cinq minutes plus tard il n'y en avait plus, lorsque le gaz arriva tout à coup très-abondant. A l'instant même l'eau contint beaucoup d'iode et resta longtemps chargée de ce principe. Il paraît qu'en été ces bouffées sont continuelles et que la présence de l'iode doit être plus fréquente qu'en hiver.

M. de Fellenberg explique comme suit les différences qu'offre l'eau du robinet avec celle de la source. Il soupçonne que l'eau iodée, étant la plus pesante, reste en grande partie au fond du puits pour se perdre dans le sol, et n'arrive qu'incomplétement au canal conduisant au robinet. Je rappelle que l'eau sourd au fond d'un puits qui a environ un quart de mètre carré d'ouverture, et qui s'élargit à la partie supérieure pour former un bassin. Vers le haut du puits, à $1^m,35$ du fond, se trouve une ouverture qui laisse couler l'eau par de gros tuyaux de bois fixés en terre, jusqu'au robinet placé dans l'établissement à une distance de 90 mètres environ. On a peine à comprendre comment l'eau iodée pourrait rester au fond du puits avec un courant qui donne 450 litres par minute, la pesanteur spécifique étant d'environ 1,00007 d'après les données de M. Brauns, et celle de l'eau non iodée étant 1.

M. Brauns donne aussi le résumé de nombreux essais faits à la source et au robinet, mais qu'il est inutile de rapporter, puisque les résultats sont tout à fait analogues à ceux qui précèdent et confirment ceux que j'avais trouvés.

Cependant un véritable orage a été provoqué par la publication d'un extrait de mon mémoire. — Il était inévitable. Des discussions très-vives ont eu lieu et ne sont point encore terminées. On comprend que mon nom ait été souvent prononcé et qu'on m'ait adressé des reproches tout à fait immérités. Deux ou trois journaux *mal inspirés* se sont amusés à rédiger des articles charivariques. Je n'ai nullement songé à répondre, mon intention n'étant pas de transporter une discussion scientifique sur le terrain de la politique. On aurait mieux fait de voir dans ma brochure ce qui s'y trouve, que de chercher ce que je n'y ai point mis.

Au mois de septembre dernier, j'allai à Saxon parfaitement convaincu que l'eau de la source était iodurée; mes essais préliminaires et l'analyse de MM. Rivier et de Fellenberg ne m'avaient point laissé de doutes. Je m'occupai dès lors beaucoup plus à rechercher la cause des changements survenus dans l'eau que la preuve de la présence de l'iode, cependant je ne négligeai pas de certaines précautions nécessaires dans une analyse.

L'eau ne contenant pas d'iode, je dus me borner à donner les faits, sans me prononcer sur la cause de l'intermittence. Je suis bien aise que tout s'explique d'une manière naturelle, mais je ne le suis pas moins de n'avoir point admis sans examen les résultats de MM. Rivier et de Fellenberg, puisque de cette discussion est résulté la découverte d'un phénomène jusqu'ici sans exemple.





M. le Dr Pignant, toujours si modeste lorsqu'il s'est agi de réclamer par les journaux sa part d'honneur dans la découverte de l'iode à Saxon, s'est mis en avant pour attaquer la sincérité des résultats auxquels j'étais arrivé. Profitant de ce qu'il écrivait dans un journal politique, il l'a fait sous une forme qui me dispense de lui répondre. Cependant je suis prêt à donner une explication sur un reproche qui peut paraître fondé, puisque des chimistes l'ont jugé assez important pour le reproduire. *Ils ne peuvent s'expliquer mon silence sur un fait important*. Le voici : Je fis vers la source deux essais pour reconnaître la présence de l'iode. L'amidon et un mélange d'acide sulfurique et de chlore (réactif très-sensible) ne produisirent aucune coloration, même après bien des minutes, mais au bout d'une heure tout le liquide avait pris une couleur d'un bleu très-intense. Je m'empressai de faire voir cette réaction au directeur de l'établissement. Quand plus tard, pour le malheur de l'eau thermale de Saxon, comme dit le malin Dr Pignant, mais pour le bien de la science, je dus reconnaître que j'avais puisé de l'eau non iodée, je me décidai à ne donner que les faits avec tous les détails indispensables. C'est ainsi que j'aurais dû faire savoir à mes lecteurs qu'entre le commencement et la fin de l'expérience, mon ami et moi nous avions laissé tous nos appareils auprès de la source et sous une surveillance étrangère pendant que nous prenions dans l'établissement un déjeuner auquel le Dr Pignant avait bien voulu nous convier. — Croyant devoir attribuer à une cause accidentelle la coloration bleue que j'avais obtenue, je préférais passer sous silence mon expérience tout entière.

M. de Fellenberg, de son côté, n'aurait voulu de moi

rien moins que des *conclusions précises*, *claires*, *décisives* et *finales*. Il s'étonne que je me borne à soutenir l'exactitude de mes résultats sans attaquer ceux des autres chimistes, et que je n'essaie pas même d'expliquer les contradictions dont je parle.

M. de Fellenberg doit savoir que dans les sciences d'observation il ne faut pas toujours conclure, mais qu'il vaut souvent mieux exposer les faits, puis laisser de nouvelles expériences confirmer les premières avant de donner des explications finales, on reste ainsi plus souvent dans le vrai. M. de Fellenberg oublie sans doute qu'en donnant sa première analyse de l'eau de Saxon, il concluait que cette eau est iodée et contient à peu près un dix-millième d'iode; quant à l'intermittence, il n'en était pas question. Au reste, je m'empresse de reconnaître que le savant chimiste bernois, si exigeant envers les autres, n'a pourtant pas conclu de manière à ne laisser plus rien à faire à ceux qui voudraient s'occuper de ce sujet.

Je ne discuterai pas tous les calculs très-peu concluants qui ont été faits pour prouver l'impossibilité d'une fraude. Ce sont les faits qui ont pu donner quelques soupçons, il fallait laisser les faits les détruire.

Evidemment trop de bruit a été fait autour de mon mémoire; j'engage ceux qui ont trouvé mes résultats *passablement* surprenants à vouloir bien relire sans prévention mon précédent travail lorsqu'ils auront parcouru celui-ci.

Si M. Rivier et son beau-frère avaient voulu faire chez eux l'analyse de l'eau de Saxon et étaient venus puiser à la source, par exemple le 24 janvier, à deux reprises différentes et avec toutes les précautions qu'ils ont em-



ployées, et le lendemain encore, à 11 heures, ils n'auraient point trouvé d'iode à Saxon.

Je ne suis pas seul à n'avoir pas toujours trouvé de l'iode. M. Brauns, dans ses premières expériences, n'a rien obtenu lorsqu'il a fait puiser de l'eau par une personne de confiance, et lorsqu'étant allé lui-même à Saxon, il a expérimenté près de la source. Mais lorsqu'il a trouvé plus tard de l'iode dans l'eau qu'il avait rapportée, il n'a pu se défendre de soupçons graves. C'est lui qui le dit.

M. Chatin, professeur à l'école de pharmacie de Paris, termine par ces mots un mémoire qu'il lisait à l'Académie des sciences le 11 avril dernier, sur les eaux de Fully et de Saillon, en Valais. « Les eaux de Lavey et « de Leuck, quelquefois employées comme curatives du « goître, sont infiniment moins iodurées que celle de « Saillon, qui me paraît appelée à être la providence du « Valais. En face de Saillon est la source de Saxon, que « je visitai avec d'autant plus d'intérêt qu'on assurait y « avoir trouvé une proportion fabuleuse d'iodures; je « reconnus que cette eau ne contient que $\frac{1}{300}$ de milli- « gramme d'iode au lieu de 18 centigrammes qu'on y « avait indiqués. » C'est-à-dire 0,000003 gram. d'iode par litre, quantité insignifiante puisqu'un patient serait obligé d'avaler environ 3000 litres d'eau pour prendre la quantité d'iode contenue dans le 0 de MM. Rivier et de Fellenberg, et 30000 litres pour prendre la dose trouvée primitivement dans un litre par les savants que je viens de nommer.

Au reste, l'intermittence aussi irrégulière que possible explique tout, puisque

à 9 heures 45 min., on trouve beaucoup d'iode;
à 9 » 50 » rien,
et à 9 » 55 » de nouveau beaucoup,

et que cette substance arrive au robinet d'une manière encore plus capricieuse.

Les expériences que j'ai faites de mon côté viennent concorder tout à fait avec celles données par les auteurs des mémoires que j'examine. Je n'ai pas fait d'analyses complètes, je me suis borné seulement à la recherche de l'iode et du chlore, pensant que les quantités de ces substances peuvent offrir quelques rapports entre elles et fournir plus tard des indications utiles sur la nature de l'eau de Saxon.

L'eau que j'ai analysée a toujours été puisée par des personnes complétement étrangères à l'établissement.

Je rapporte tous les chiffres à un litre d'eau.

Eau puisée le 11 février, vers le milieu du jour, au fond de la source, puis un quart d'heure plus tard au robinet.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bassin. | Iode : | 0,0700 | gr. | Chlore : | 0,0148 | gr. |
| Robinet. | » | 0 | » | » | 0,0098 | » |

24 mars, à 1 heure, temps sec et froid. — Odeur nulle. — Saveur agréable.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bassin. | Iode : | 0,0258 | gr. | Chlore : | 0,0107 | gr. |
| Robinet. | » | 0,0141 | » | » | 0,0107 | » |

30 mars. — Odeur et saveur comme ci-dessus.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bassin. | Iode : | 0,1172 | gr. | Chlore : | 0,0132 | gr. |
| Robinet. | » | 0,0140 | » | » | 0,0164 | » |

Je complète ce tableau avec les chiffres donnés dans divers mémoires.

J'ai trouvé en 1844 :

Iode : 0 Chlore : 0,0050

Le 27 septembre 1852, dans l'eau que j'ai puisée :

Iode : 0 Chlore : 0,0098

Puisée par MM. Gosse et Herpin en août 1852 :

Iode : 0,1485 Chlore : 0,0092

Envoyée par un ami en 1852 :

Iode : 0 Chlore : 0,0098

MM. Rivier et de Fellenberg, le 19 août 1852 :

Iode : 0,0902 Chlore : 0,0115

M. Brauns, le 31 décembre 1852 :

Iode : 0,0015 Chlore : 0,0327

Le même, 16 janvier 1853 :

Iode : 0,0658 Chlore : 0,0114

Les analyses de l'eau faites récemment par divers chimistes se rapprochent assez les unes des autres pour les substances autres que l'iode, comme le prouve le tableau suivant :

| | Morin. | | Rivier et de Fellenberg. | Heidepriem. | Brauns. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1844 | Septem. 1852 | Août 1852 | 1853 | Décemb. 1852 | Janvier 1853 |
| | gr. | gr. | | gr. | gr. | gr. |
| Acide carbon. | 0,037 | 0,1480 | indéterm | 0,242 | 0,2533 | 0,2418 |
| Chlore..... | 0,005 | 0,0098 | 0,0115 | 0,011 | 0,0327 | 0,0114 |
| Iode....... | 0 | 0 | 0,0902 | 0,148 | 0,0015 | 0,0658 |
| Acide sulfur. | 0,258 | 0,1600 | 0,1768 | 0,175 | 0,1689 | 0,1655 |
| — nitrique.. | traces, | traces. | | | | |
| — phosphor. | traces. | traces. | 0,0060 | | traces. | traces. |
| Silice...... | 0,005 | 0,0120 | indéterm | | 0,095 | traces. |
| Alumine.... | | 0,0005 | traces. | | traces. | traces. |
| Magnésie... | 0,125 | 0,0631 | 0,0533 | 0,064 | 0,0534 | 0,0641 |
| Chaux..... | 0,018 | 0,1535 | 0,1590 | 0,149 | 0,1484 | 0,1495 |
| Soude..... | 0,011 | 0,0133 | indéterm | 0,085 | 0,0344 | 0,0515 |
| Potasse.... | 0,017 | 0,0179 | indéterm | 0,024 | traces. | 0,0173 |
| Oxide de fer. | traces. | 0,0005 | traces. | | traces. | traces. |
| Glairine.... | indéterm | 0,0880 | 0 | | | |

Ces analyses comparées à celle que je fis en 1844 appuient ce que j'ai déjà montré, qu'une nouvelle source a dû se joindre à la première ; au reste la disposition du terrain permet très-bien cette supposition qui explique les changements survenus dans la nature et dans la quantité de l'eau. Il me semble maintenant qu'on est obligé d'admettre qu'au moins deux sources se rendent dans le bassin, l'une doit venir de couches éloignées, puisque les roches avoisinantes ne contiennent pas de sulfate, l'autre explique la présence de l'iode, cette substance ne se trouvant pas continuellement dans l'eau. Il reste à trouver de quelle manière cette seconde source est intermittente. Je crois qu'il vaudrait la peine de chercher à l'isoler.

Au mois de janvier, je signalai des sources chaudes qui jaillirent en 1847 dans l'emplacement où on construisit un salon et des caves, elles furent détournées et se versèrent probablement dans le bassin.

Cette supposition acquiert une nouvelle probabilité après les expériences suivantes. Le 31 décembre 1852, M. Brauns fit dans le sol de la cave un trou de $0^m,50$ de profondeur où de l'eau coula très-promptement avec une température de quelques degrés plus élevée que celle de l'air de la cave, elle contenait des traces d'iode. Le 28 janvier dernier, elle en contenait 0,1645 gr. MM. Rivier et de Fellenberg firent aussi les mêmes essais et trouvèrent le 26 janvier 0,0675 gr. d'iode, et le lendemain seulement 0,0473 gr. Ils pensent que l'augmentation du 27 au 28 janvier n'est pas sans rapport avec la bouffée remarquée à la source entre ces deux observations.

M. Brauns a également trouvé de l'iode dans l'enduit



qui recouvre les murs de la cave et de proche en proche jusque dans le rocher qu'il a étudié soigneusement.

La cargniole s'étend depuis la source jusqu'à l'hôtel et même un peu au delà ; elle s'élève à une hauteur de quelques centaines de pieds en formant une série de monticules couverts de bois et de prés, mais elle apparaît au jour par places ; elle est surtout facile à étudier vers l'établissement où elle a été entamée à cause des constructions. On remarque quelques fissures par lesquelles s'exhale une assez forte odeur d'iode.

Partout où la roche est visible, on reconnaît qu'elle est compacte, grise, et offre une foule de cavités et de fentes. Elle présente en même temps par places, une matière friable, jaune, orangée ou rose qui paraît avoir été formée dans des cavités arrondies ou celluleuses. La partie dure, privée de la portion friable, ne contient pas de traces d'iode, tandis que cette même matière pulvérulente en renferme souvent et en grande quantité. M. Brauns trouve que, lavée à l'eau froide, cette poudre donne une solution d'iodure de sodium et d'iodure de potassium avec une petite quantité de bicarbonate d'oxyde des deux mêmes métaux qui paraît provenir de la décomposition des iodures. Cette solution ne contient que des traces de magnésie, de chaux et d'acide sulfurique, sans la moindre quantité de chlorure. La partie insoluble est essentiellement formée de carbonate de chaux, de carbonate de magnésie, d'oxide de fer ou d'alumine, mais ne renferme pas de sulfate.

La matière friable desséchée contient jusqu'à 1,674 gramme d'iode par kilogramme.

M. Rivier indique pour la composition de la partie soluble de cette substance pour 1000 gr.

| | |
|---|---|
| Iode . . . . . | 1,560 |
| Chlore . . . . | 0,015 |
| Chaux . . . . . | 0,738 |
| Magnésie . . . | 0,272 |
| Soude et potasse | 0,862 |
| Acide carbonique. | |

Un second essai n'a donné que 0,164 d'iode, enfin un troisième seulement des traces.

Une grande partie de la pierre ne renferme cependant pas d'iode et en particulier celle qui est dure ; il est facile de trouver des fragments de roche non iodurée, celle que j'ai recueillie et trois envois qui m'ont été faits n'en contenaient pas ; deux autres envois en renfermaient, sur lesquels j'ai pu faire l'essai suivant :

Si on rompt chaque fragment en plusieurs parties, qu'on remette en place exactement les unes contre les autres les nouvelles surfaces et dans leur première position, en les séparant cependant par un papier amidonné, humide et légèrement imprégné de vapeur chlorée, on voit au bout d'un certain temps le papier devenu par places rose, violet ou bleu, ce qui indique exactement quels sont les points contenant de l'iode. Il peut arriver que, dans un fragment qui exhale l'odeur d'iode, telle de ces nouvelles surfaces ne colore point le papier quand même elle laisse voir des parties friables. On trouve aussi que les portions contenant de l'iode n'offrent pas une apparence uniforme ; les unes paraissent de même nature que la cargniole, les autres semblent terreuses et comme formées récemment. Enfin on voit que cette matière tendre a été déposée dans des cavités de la roche, elle les remplit et on reconnaît quelquefois par le même procédé les fissures par lesquelles elle a pénétré.

M. Brauns ne croit pas que la source traverse une couche iodifère, car l'intermittence ne serait pas expliquée. En comparant ses analyses, il admet que l'iode est combiné au potassium et au sodium, dont les quantités varient en même temps que celles de l'iode, et que ces sels doivent arriver par une autre voie que la source et avec interruptions. Il croit avec raison qu'une série de recherches est nécessaire pour expliquer la présence de l'iode dans la cargniole, il serait disposé à admettre que la substance iodée fait partie de la roche et n'y est point contenue accidentellement, l'eau atmosphérique en pénétrant entraîne les sels iodés, puis arrive dans la source par filets, d'une manière intermittente suivant l'espace plus ou moins grand qu'ils ont à parcourir.

MM. Rivier et de Fellenberg disent que l'iode existe d'ancienne date dans l'eau minérale de Saxon, comme on peut le conclure des vertus curatives de la source de temps immémorial, et comme d'ailleurs la présence de la roche iodée doit nécessairement l'établir.

MM. les docteurs qui ont étudié pendant un certain temps les eaux de Saxon, sont loin d'être d'accord sur leurs propriétés médicales, les effets iodés ont même été niés par des hommes de l'art. Et je ne parle pas ici de MM. les docteurs qui, sur ma première analyse, ont jugé *que les eaux devaient être très-actives et placées au premier rang*. M. Reinvillier, de la faculté de Paris, appuyé du célèbre D[r] Marjolin, imprimait en avril 1846 : *On voit, d'après cette analyse détaillée* (celle que j'ai publiée) *à quel puissant degré l'eau de Saxon est minéralisée, et l'homme de l'art à cette simple lecture a déjà jugé de leur importance thérapeutique*. Le reste est tout aussi pompeux. Je ne sais ce que MM. Rivier et de Fel-

lenberg pensent en général des brochures sur les eaux minérales auxquelles ils veulent bien me renvoyer, et en particulier de celle-ci, faite sur les notes du Dr Claivaz, de Martigny. Il paraît extraordinaire que l'iode qui peut avoir été pris à haute dose par des malades et même par des personnes bien portantes [1], n'ait été soupçonné que récemment, et qu'on n'ait jamais observé d'accidents qui surviennent quelquefois avec des eaux beaucoup moins iodurées que celle de Saxon.

En admettant, d'après l'ensemble des travaux chimiques exécutés jusqu'ici, qu'il n'y ait plus de doutes sur la présence de l'iode dans la source de Saxon, je maintiens que ce phénomène ne remonte qu'à l'époque de la construction de la cave en 1847, ce que la position respective des deux roches expliquerait, L'eau qui sort de la cargniole ayant été forcée de rétrograder vers le bassin, comme je l'ai montré dans un précédent mémoire.

M. de Fellenberg pense que la présence de l'iode pourrait être en rapport avec celle de débris de plantes marines et de mollusques dont la forme et la structure auraient été détruites avec le temps, mais dont l'iode serait resté. Cependant il n'est point arrivé à sa connaissance que des fossiles aient été trouvés dans cette cargniole.

Pour ma part, je serais disposé à croire que l'iode n'appartient pas primitivement à la roche, mais qu'il y a été amené par une eau iodurée. La roche schisteuse, qui est dans le voisinage de la source de Saxon, offre une composition analogue à celle de la cargniole, toutes

[1] On n'a d'autre eau à l'établissement que celle de la source minérale, dont on se sert également sur table et pour apprêter les aliments.



deux sont formées surtout de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie. Cette roche schisteuse a pu s'étendre sur l'emplacement où existe actuellement la cargniole. Une eau chargée d'acide carbonique et en même temps iodurée peut avoir pénétré la roche sous l'influence d'une forte pression, d'une certaine température et de l'air, pour lui faire éprouver de proche en proche des transformations chimiques successives, en la rendant d'abord soluble puis insoluble, et lui donner ainsi la structure qui distingue la cargniole ; l'iode peut aussi avoir pénétré en vapeur dans les cavités et s'être combiné à quelque élément de la roche, ou bien être arrivé dans les fentes, déjà combiné et porté par l'eau.

Si on admet que la roche a d'abord été une dolomie, on pourrait très-bien expliquer sa structure actuelle et sa transformation en cargniole, en même temps que la diminution de magnésie, par l'action d'une eau contenant du sulfate de chaux, laquelle viendrait des bancs de gyps qui existent dans le voisinage. L'iode proviendrait de la même source.

Peut-être encore a-t-on là un exemple de la formation d'une roche dolomitique, suivant la théorie de Haidinger. Si la roche a d'abord été un carbonate de chaux, elle a pu être transformée en carbonate de chaux et carbonate de magnésie par une eau chargée de sulfate de magnésie, agissant sous une grande pression et à une haute température. L'iode, aussi dans ce cas, proviendrait de l'eau qui apporte le sulfate de magnésie.

---

On voit en résumé que l'eau de Saxon paraît contenir de l'iode d'une manière intermittente et très-irrégulière,

souvent aussi elle n'en renferme point. Des quantités énormes de cette substance ont été trouvées par l'analyse, jusqu'à 0,1267 gr. et 0,1485 gr. par litre.

Mais cette intermittence demande à être étudiée et bien connue pour n'être pas un phénomène désavantageux à l'exploitation de la source.

Au point de vue médical, il y aurait incertitude dans l'emploi de l'eau, surtout en boisson; des accidents pourraient en être la conséquence.

Pour l'extraction de l'iode, il y aurait de grandes difficultés à vaincre, puisque la quantité d'eau à traiter par minute et peut-être inutilement, peut s'élever de 250 à 450 litres et plus. Il faudrait trouver un procédé pour retirer l'iode sans arrêter l'eau, par exemple en la faisant passer sur du charbon. Peut-être le canal de bois qui conduit de la source au robinet pourra-t-il faire trouver un procédé nouveau, puisqu'il semble avoir la singulière propriété de retenir l'iode!

Il sera probablement plus profitable d'exploiter la roche qui offrira sans doute des parties plus riches que d'autres.

Enfin ce qu'il y aurait de plus avantageux et de plus concluant, serait d'isoler la source iodurée.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

1. — De l'identité probable des facules du soleil avec les protubérances lumineuses observées pendant les dernières éclipses, par M. G. Schweizer, astronome de l'Institut géodésique de Moscou. (*Astron. Nachr.*, n° 849.)

Lors de l'éclipse totale de soleil de juillet 1851, plusieurs observateurs, munis des instruments nécessaires, furent envoyés par l'Institut géodésique de Moscou à Machnovka, ville du gouvernement de Kiev, sous la direction de M. G. Schweizer. Dès le mois d'avril de la même année, M. Arago avait émis l'idée que les protubérances rouges qui avaient si fort surpris les astronomes en 1842 pourraient bien coïncider avec les facules solaires. En vue d'éclaircir cette hypothèse, M. Schweizer, plusieurs jours avant et après l'éclipse de juillet 1851, fit étudier avec soin et dessiner exactement les formes et la position des facules visibles alors sur le disque du soleil, et dont les apparences changent par le fait du mouvement de rotation de ce corps.

L'expédition de Machnovka fut malheureusement privée, par le mauvais temps, du précieux avantage d'observer l'éclipse elle-même. Mais en comparant ses dessins du soleil avant et après le 28 juillet, avec ceux qui ont été publiés des protubérances observées lors de l'éclipse, M. Schweizer y trouve une concordance remarquable entre les deux phénomènes.

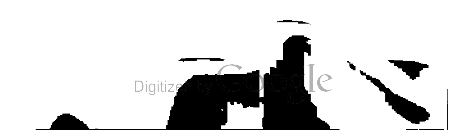
La plupart des protubérances signalées par les astronomes se trouvent avoir une facule qui leur correspond près du bord du disque solaire avant ou après l'éclipse, suivant qu'elles se montrent à son bord occidental ou oriental. Réciproquement toutes les facules observées peuvent s'assimiler à une protubérance. Celles-là sont

beaucoup moins faciles à discerner sur le disque du soleil et les observateurs ne peuvent les avoir toutes notées.

Malgré les changements assez rapides de formes que subissent souvent les facules, il est cependant aisé de reconnaître chez plusieurs d'entre elles des analogies manifestes avec les protubérances correspondantes. Au bord occidental, en particulier, on a remarqué une succession de trois protubérances, l'une en croissant, la seconde ronde et la troisième allongée, qui s'est trouvée parfaitement la même chez les facules observées deux jours auparavant.

Une coïncidence aussi frappante ne peut guère s'expliquer qu'en admettant l'identité des facules solaires et des protubérances. Comment se fait-il dès lors que, la lumière des facules étant généralement plus intense que celle des autres parties du disque solaire, celle des protubérances soit d'une teinte rougeâtre beaucoup moins vive ?— Pour expliquer cette anomalie, M. Schweizer rappelle que les facules, quoique très-brillantes, deviennent souvent tout à fait invisibles lorsqu'elles passent près du centre du soleil. Il a observé aussi qu'elles perdent tout ou grande partie de leur éclat au moment où elles atteignent le bord du soleil. De telle sorte que leur maximum d'éclat, en admettant 16′ pour valeur du rayon du disque solaire, se trouverait compris entre $^1/_2$ et 5 ou 6 minutes à partir du bord du soleil. Leur éclat dépendrait donc de leur position angulaire relativement à la ligne fictive joignant l'œil de l'observateur au centre du soleil, et il serait fort possible que leur lumière s'affaiblît sur les bords du disque solaire, où le rayon qui les traverse forme un angle à peu près droit avec la dite ligne, de même que cela leur arrive au centre de ce disque.

Si tel est vraiment le cas, il se peut qu'on doive se représenter les facules comme des corps pareils à des nuages, très-diaphanes, peu ou point lumineux par eux-mêmes, qui, dans de certaines positions relativement à l'observateur, laissent traverser la lumière du soleil, sans être eux-mêmes visibles. Dans d'autres positions, ils en transmettent, par le moyen de phénomènes de réfraction ou de réflexion, une quantité si considérable qu'ils nous paraissent plus



lumineux que les parties avoisinantes de la surface du soleil. Enfin, dans de certaines circonstances, ils nous apparaissent avec la teinte et l'éclat moins vif des protubérances. E.G.

---

## PHYSIQUE.

**2.** — SUR UN SONDAGE A LA MER, par le capitaine *Henri Mangle* DENHAM. (*Philos. Magaz.*, mars 1853.)

Ce sondage a eu lieu le 30 octobre 1852, par un temps calme, dans le passage du vaisseau anglais *Herald*, de Rio de Janeiro au Cap de Bonne-Espérance. La ligne de sonde avait $^1/_{10}$ de pouce, soit $2^{mm},5$ de diamètre, d'un seul bout ; elle pesait sèche 1 livre par 100 fathoms ou brasses (0,45 kilogr. par $182^m,88$). Le capitaine Denham reçut du commodore M'Keeper de la marine des Etats-Unis, commandant la frégate *Congress*, un présent de 15,000 fathoms (27,320 mètres) de cette ligne. Le plomb pesait 9 livres; il était long de 11,5 pouces et large de 1,7. Le fond de la mer fut touché quand on eut déroulé du tambour 7706 fathoms ou brasses, équivalant à 14084 mètres.

Le capitaine Denham et le lieutenant Hutcheson, placés dans des bateaux séparés, relevèrent à diverses reprises la ligne de sonde d'une hauteur de 50 brasses, et à chaque fois qu'on la laissa descendre, elle indiqua la même profondeur très-exactement.

La vitesse de descente de la ligne fut pour

| | | |
|---|---|---|
| 1 à 1000 | brasses de | $0^h27^m15^s$ |
| 1000 à 2000 | — | 0.39.40 |
| 2000 à 3000 | — | 0.48.10 |
| 3000 à 4000 | — | 1.13.39 |
| 4000 à 5000 | — | 1.27.06 |
| 5000 à 6000 | — | 1.45.25 |
| 6000 à 7000 | — | 1.49.15 |
| 7000 à 7706 | — | 1.14.15 |

Ainsi il fallut $9^h24^m45^s$ pour atteindre une profondeur de 7,7 milles géographiques de 60 au degré. Les plus hautes sommités

de l'Himalaya, le Dhawalagiri et le Kinchinginga ne dépassent guère 28,000 pieds ou 4,7 milles (8540 mètres). Le lit de la mer a donc des profondeurs qui excèdent considérablement les reliefs les plus élevés du continent.

La ténacité de la ligne de sonde, essayée avant l'expérience, était de 72 livres dans l'air. Les 7706 brasses déroulées pesaient sèches 77 livres, non compris le plomb de 9 livres. On prit de grandes précautions pour ramener celui-ci, afin de connaître la nature du fond; malheureusement la ligne se rompit à 140 brasses au-dessous de la trace d'humectation, emportant un thermomètre de Six qu'on avait fait descendre à 3000 brasses.

---

3. — Recherches sur les chaleurs spécifiques des fluides élastiques, par M. V. Regnault. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 18 avril 1853.)

M. Regnault vient de faire connaître l'une des parties les plus importantes des grands travaux qu'il a entrepris sur la chaleur, et qu'il poursuit depuis près de quinze ans avec une habileté et une persévérance également remarquables. Il s'agit cette fois de la capacité pour la chaleur des fluides élastiques. Nous reviendrons incessamment sur les questions théoriques que M. Regnault soulève à l'occasion de ces recherches, ainsi que sur les détails de ses expériences. Nous nous bornerons aujourd'hui à en faire connaître les résultats qui intéressent vivement les nombreux physiciens qui se sont occupés de ce sujet.

On sait que l'on distingue la chaleur spécifique des fluides élastiques *sous pression constante* de celle *sans volume constant*. La première, dans laquelle on permet au gaz de se dilater librement en conservant une élasticité constante, est analogue à celle des corps solides et liquides ; c'est la seule qui puisse être déterminée directement par l'expérience. La seconde, en effet, dans laquelle on force le gaz à conserver le même volume, sa force élastique augmentant, ne peut être conclue qu'indirectement de la première au moyen d'idées théoriques.





C'est la chaleur spécifique à pression constante que M. Regnault a déterminée par la méthode du calorimètre en agissant sur de grandes masses de gaz en mouvement. Il a obtenu des résultats très-différents en général de ceux auxquels étaient parvenus les différents physiciens qui s'étaient occupés de ce même sujet avant lui. Ainsi, contrairement aux expériences de Gay-Lussac, il n'a pas trouvé que la chaleur spécifique de l'air variât sensiblement avec la température. Contrairement aux expériences de Delaroche et Bérard, il n'a pas aperçu de différences sensibles dans la quantité de chaleur qu'une même masse de gaz abandonne en se refroidissant du même nombre de degrés, quelle que soit la pression à laquelle elle est soumise, depuis un jusqu'à dix atmosphères. Ainsi, s'il a trouvé, comme Dulong l'avait conclu par un procédé indirect, et comme nous l'avions obtenu, M. Marcet et moi, par la méthode directe du calorimètre, que l'air atmosphérique, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène ont à très-peu près la même chaleur spécifique à volume égal, tandis que Delaroche et Bérard avaient obtenu entre ces gaz des différences sensibles, il est parvenu pour les gaz composés à des résultats numériques qui se rapprochent, du moins dans quelques cas, davantage de ceux de ces derniers savants que de ceux de M. Dulong, de M. Marcet et de moi. Voici, du reste, le tableau même des nombres obtenus par M. Regnault pour la chaleur spécifique de tous les fluides élastiques qu'il lui a été possible de préparer à l'état de pureté en quantité considérable.

On remarquera que la chaleur spécifique de l'air atmosphérique par rapport à l'eau 0,237 est notablement plus faible que le nombre 0,2669 admis par Delaroche et Bérard; elle résulte de plus de cent déterminations faites dans des conditions variées.

La chaleur spécifique 0,475, obtenue par M. Regnault pour la vapeur d'eau, n'est guère que la moitié de celle trouvée par Delaroche et Bérard. Il est remarquable que la chaleur spécifique de la vapeur d'eau soit à très-peu près égale à celle de l'eau solide (de la glace) et seulement la moitié de celle de l'eau liquide.

*Tableau des chaleurs spécifiques des fluides élastiques sous pression constante, celle de l'air atmosphérique étant en poids et en volume* 0,237.

| Gaz simples. | Chaleurs spécifiques en poids. | en volume. | Densités. |
|---|---|---|---|
| Oxigène..... | 0,2182 | 0,2412 | 1,1056 |
| Azote....... | 0,2440 | 0,2370 | 0,9713 |
| Hydrogène... | 3,4046 | 0,2356 | 0,0692 |
| Chlore...... | 0,1214 | 0,2962 | 2,4400 |
| Brome...... | 0,5518 | 0,2992 | 5,39 |

En jetant les yeux sur ce tableau, on remarque immédiatement que les chaleurs spécifiques de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène diffèrent très-peu les unes des autres pour des volumes égaux; ainsi l'on serait conduit à admettre que la chaleur spécifique des gaz simples est la même quand ces gaz sont pris sous le même volume et à la même pression. Mais, pour le chlore et le brome, on a trouvé des nombres à très-peu près égaux entre eux, mais très-supérieurs à ceux que l'on a obtenus pour les autres gaz simples.

| Gaz composés. | Chaleurs spécifiques en poids. | en volume. | Densités. |
|---|---|---|---|
| Protoxyde d'azote ............ | 0,2238 | 0,3413 | 1,5250 |
| Deutoxyde d'azote ............ | 0,2315 | 0,2406 | 1,0390 |
| Oxyde de carbone ............ | 0,2479 | 0,2399 | 0,9674 |
| Acide carbonique............. | 0,2164 | 0,3308 | 1,5290 |
| Sulfure de carbone............ | 0,1575 | 0,4146 | 2,6325 |
| Acide sulfureux .............. | 0,1553 | 0,3489 | 2,2470 |
| Acide chlorhydrique .......... | 0,1845 | 0,2302 | 1,2474 |
| Acide sulfhydrique ........... | 0,2423 | 0,2886 | 1,1912 |
| Gaz ammoniac ............... | 0,5080 | 0,2994 | 0,5894 |
| Hydrogène protocarboné ....... | 0,5929 | 0,3277 | 0,5527 |
| Hydrogène bicarboné.......... | 0,3694 | 0,3572 | 0,9672 |
| Vapeur d'eau................ | 0,4750 | 0,2950 | 0,6210 |
| Vapeur d'alcool.............. | 0,4513 | 0,7171 | 1,5890 |



| Gaz composés. | Chaleurs spécifiques en poids. | en volume. | Densités. |
|---|---|---|---|
| Vapeur d'éther................ | 0,4810 | 1,2296 | 2,5563 |
| Vapeur d'éther chlorhydrique.... | 0,2737 | 0,6117 | 2,2350 |
| Vapeur d'éther bromhydrique ... | 0,1816 | 0,6777 | 3,7316 |
| Vapeur d'éther sulfhydrique..... | 0,4005 | 1,2568 | 3,1380 |
| Vapeur d'éther cyanhydrique.... | 0,4255 | 0,8293 | 1,9021 |
| Vapeur de chloroforme......... | 0,1568 | 0,8310 | 5,30 |
| Liqueur des hollandais......... | 0,2293 | 9,7911 | 3,45 |
| Éther acétique................ | 0,4008 | 1,2184 | 3,0400 |
| Vapeur d'acétone............. | 0,4125 | 0,8341 | 2,0220 |
| Vapeur de benzine............ | 0,3754 | 1,0114 | 2,6943 |
| Essence de térébenthine........ | 0,5061 | 2,3776 | 4,6978 |
| Vapeur de chlorure phosphoreux. | 0,1346 | 0,6386 | 4,7445 |
| Vapeur de chlorure arsénieux ... | 0,1122 | 0,7013 | 6,2510 |
| Vapeur de chlorure de silicium .. | 0,1329 | 0,7788 | 5,86 |
| Vapeur de chlorure d'étain ..... | 0,0939 | 0,8639 | 9,2 |
| Vapeur de chlorure de titane.... | 0,1263 | 0,8634 | 6,8360 |

4. — Disposition de l'électricité a la surface des corps, par M. Bourbouze. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 4 avril 1853.)

Dans une sphère creuse parfaitement isolée avec la gomme laque et percée d'un trou d'environ 8 millimètres, on fait plonger une longue tige dont une extrémité touche la sphère intérieurement. Il est bien entendu que cette tige est isolée de toute communication avec la surface extérieure.

Les choses étant ainsi disposées, on remarque que, quand la surface extérieure est électrisée, la surface intérieure l'est de la même *quantité et de la même manière*, ce qui est indiqué par deux électromètres, dont l'un communique à la surface intérieure et l'autre à la surface extérieure de la sphère. Ils manifestent tous les deux la même *électricité* et *en quantité égale*.

Le vide étant fait dans la sphère, les résultats ne sont nullement modifiés.

Pour démontrer que la tige qui est en communication avec la surface intérieure n'est pas électrisée par influence, on a placé l'électromètre sur toute sa longueur, ce qui a permis de reconnaître qu'elle était partout électrisée de la même manière ; mais si elle cesse de toucher à la surface intérieure, alors la tige s'électrise par influence, et l'électricité de même nom que celle de la sphère est repoussée à l'extrémité de la tige, et celle de nom contraire est retenue du côté opposé.

Pour s'assurer que l'électricité ne passait pas de la surface extérieure sur la tige, on touchait le corps qui isole la sphère de la tige, et l'électricité persistait toujours.

Cette expérience semble indiquer que *l'électricité se distribue sur la surface intérieure des conducteurs aussi bien que sur leurs surfaces extérieures.*

---

5. — Recherches sur les courants thermo-électriques, par M. J.-M. Gaugain. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, des 4 et 11 avril 1853.)

Les expériences exposées dans cette note ont eu pour objet de déterminer la direction du courant électrique que l'on obtient quand on met en contact deux fils métalliques, dont les températures sont différentes, et que ces deux fils font partie d'un même circuit fermé. Ce sujet a déjà été étudié par plusieurs physiciens ; mais, outre que j'ai observé un certain nombre de faits complétement nouveaux, j'ai été conduit, par l'examen attentif de quelques-uns des faits déjà connus, à les apprécier autrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

J'ai suivi, dans toutes mes recherches, le procédé très-simple d'expérimentation que voici : Je mets les deux fils que je veux étudier en rapport avec un galvanomètre ; je réunis leurs extrémités libres en les posant en croix l'un sur l'autre ; je chauffe tour à tour chacun des deux fils, au moyen d'une lampe à alcool placée près du point de jonction, et j'observe le sens de la déviation correspondante à chacune des deux positions de la source de chaleur.

J'ai employé, dans toutes mes expériences, des fils de 1 millimètre environ de diamètre préalablement recuits.

Je vais exposer les résultats que j'ai obtenus en considérant successivement le cas où les deux fils, mis en contact, sont de même nature, et le cas où ils sont de natures différentes.

PREMIÈRE PARTIE. *Circuits formés de deux fils de même nature.*

*Circuit* (Et — Et). J'ai trouvé que, dans ce circuit, le courant marche *du fil chaud au fil froid*, conformément aux observations de MM. Becquerel et Magnus. (Ici, comme partout où il sera question de la direction du courant, j'entends parler de la portion de courant qui se propage à travers la surface de jonction des deux fils.)

*Circuit* (Au — Au). Dans ce circuit, le courant marche très-nettement *du fil froid au fil chaud*. M. Magnus a trouvé le contraire; mais cela tient sans doute à ce qu'il s'est servi d'or à un titre différent de celui dont j'ai fait usage. J'ai employé, pour mes expériences, l'or qui se vend dans le commerce comme étant au titre de 1000 millièmes; avec cet or-là, le courant est bien certainement dirigé comme je l'indique. Dans les circuits formés d'argent, de cuivre, de fer ou de zinc, le sens du courant dépend à la fois du point d'application de la chaleur et de l'état des surfaces mises en contact. J'ai considéré seulement trois états différents de surface : l'état métallique que j'obtiens en grattant simplement le fil avec un outil d'acier; l'état d'oxydation, et un troisième état que je désignerai sous le nom, peut-être impropre, d'état de *carburation*. J'amène les fils à ce dernier état en les chauffant pendant quelques minutes dans la partie bleue de la flamme d'une lampe à alcool; cette espèce de cémentation laisse sur le feu un dépôt charbonneux très-apparent, mais elle ne modifie pas sensiblement l'aspect extérieur de l'argent, quoiqu'elle modifie incontestablement ses propriétés thermo-électriques.

*Circuit* (Ag — Ag). — (Au titre de 1000 millièmes.)

Quand les surfaces de contact sont à l'état métallique, le courant marche *du fil chaud au fil froid*; quand les surfaces de contact sont carburées, le courant marche *du fil froid au fil chaud*.

Pour constater le dernier fait, il faut avoir soin de poser doucement l'une sur l'autre les extrémités des fils d'argent préalablement carburées; la surface des fils n'est modifiée par la flamme bleue de la lampe qu'à une très-petite profondeur ; il suffit d'une pression assez faible pour écarter l'espèce de vernis produit par l'action de cette flamme, et dès qu'un contact vient à s'établir entre des parties métalliques, le sens du courant est interverti. En général, quand on veut constater l'influence d'une couche mince d'oxyde ou de carbure sur des fils de nature quelconque, il est indispensable, lorsqu'on met les fils en contact, de les poser doucement l'un sur l'autre.

*Circuit* (Cu — Cu). — Quand les surfaces de contact sont oxydées, le courant marche ***du fil chaud au fil froid***; il marche, au contraire, ***du fil froid au fil chaud***, quand les surfaces de contact sont bien métalliques. Dans ce dernier cas, on observe presque toujours, au bout de quelques instants, un renversement qui s'explique tout naturellement par l'oxydation de la surface de contact.

*Circuit* (Fe — Fe).

Surfaces de contact carburées, le courant marche ***du fil chaud au fil froid.***

Surfaces de contact oxydées, le courant marche ***du fil froid au fil chaud.***

Surfaces de contact à l'état métallique, le courant marche ***du fil froid au fil chaud.***

*Circuit* (Zn — Zn). Quand les deux fils ont entre eux un contact métallique, le sens du courant dépend de la température du fil échauffé; si cette température n'est pas élevée, le courant marche ***du fil chaud au fil froid***; il marche en sens contraire si le fil échauffé est porté à une température élevée. Je n'ai pas pu (faute d'appareils convenables) déterminer la température qui amène le changement de direction du courant; mais je suis porté à croire que le renversement observé se lie aux modifications que la chaleur fait éprouver au zinc. On sait que la ductilité de ce métal augmente avec la température jusqu'à 200 degrés environ, mais que si l'on dépasse cette limite, le zinc devient aigre et cassant.



Quand les fils de zinc mis en contact sont oxydés, le courant marche *du fil froid au fil chaud*, quelle que soit la température de ce dernier; on obtient le degré d'oxydation nécessaire à la constatation de ce fait en chauffant fortement les fils pendant quelques minutes.

On peut développer un courant très-marqué dans un circuit formé d'un seul fil de zinc dont les deux extrémités sont en rapport avec un galvanomètre, en promenant une lampe allumée sous le fil; le courant marche dans le sens du mouvement imprimé à la lampe et me paraît dû au contact des parties échauffées par la flamme, avec les parties froides que cette flamme vient successivement atteindre.

DEUXIÈME PARTIE. *Circuits formés de deux fils de natures différentes.*

J'ai considéré, 1° le cas où les deux fils ont entre eux un contact métallique et sont fortement pressés l'un contre l'autre; 2° le cas où les deux fils ayant encore un contact métallique, ne font que se toucher légèrement; et 3° enfin, le cas où les deux fils sont séparés par une couche mince d'oxyde ou de carbure. Je vais successivement exposer les résultats obtenus dans ces diverses conditions.

§ I. Quand les deux fils ont entre eux un contact métallique et sont fortement pressés l'un contre l'autre, le sens du courant est toujours indépendant du point d'application de la chaleur, et le plus souvent aussi, il est indépendant de la température; mais cette dernière règle subit un certain nombre d'exceptions que je dois faire connaître.

Dans les couples (Ag—Au), (Au—Fe), (Ag—Fe), (Cu—Fe), le courant marche, pour une basse température, de l'argent à l'or, de l'or au fer, de l'argent au fer, du cuivre au fer; et pour une température élevée, il marche en sens contraire. Le changement de direction a lieu, pour le couple (Cu—Fe), vers le rouge sombre; il m'a paru s'opérer à une température plus basse dans les trois autres couples.

M. Becquerel a annoncé que le courant fourni par les couples (Au—Zn) et (Ag—Zn), changeait de direction à une certaine température qu'il a déterminée; mais il m'a été impossible de constater les faits observés par ce savant. J'ai chauffé, jusqu'à la température de la fusion du zinc, des couples (Au--Zn), et (Ag—Zn), et j'ai trouvé que l'intensité du courant allait toujours en augmentant, sans que la direction changeât à aucune température.

D'après ce qui précède, on voit que si l'on veut ranger les métaux dans un ordre tel, que chacun d'eux soit positif par rapport à ceux qui le précèdent, et négatif par rapport à ceux qui le suivent, il faudra dresser des listes différentes pour des températures différentes. Pour une basse température, j'ai trouvé que les métaux soumis à l'expérience devaient être rangés dans l'ordre suivant: *platine, étain, plomb, cuivre, argent, or, zinc* et *fer*; pour une température voisine du rouge, la liste des métaux qui peuvent supporter cette température sans se fondre, devient: *platine, fer cuivre, or* et *argent* (je dois rappeler ici que j'ai opéré non sur des métaux chimiquement purs, mais sur les métaux les plus purs qu'on trouve dans le commerce).

§ II. Quand les fils ont entre eux un contact métallique, mais qu'ils ne sont pas fortement serrés l'un sur l'autre, les choses se passent, en général, de la même manière que dans le cas où les fils sont réunis avec pression. Trois couples seulement présentent des anomalies dépendant du mode de contact; ce sont les couples (Au—Zn), (Ag Zn) et (Cu—Zn). Ces trois couples, d'ailleurs, se comportent exactement de la même manière, et, par conséquent, il suffit de décrire la particularité assez compliquée que présente l'un d'eux, par exemple le couple (Ag—Zn).

1° Si l'on chauffe le zinc, le courant marche du zinc à l'argent; 2° si l'on chauffe faiblement l'argent, le courant marche de l'argent au zinc; 3° si l'on chauffe fortement l'argent, le courant marche du zinc à l'argent. J'ai pensé d'abord que le renversement du courant que l'on observe en chauffant plus ou moins fortement l'argent, était le phénomène signalé par M. Becquerel; j'ai cru



que ce renversement devait être attribué simplement à l'élévation de la température ; mais j'ai reconnu, par un examen plus attentif, que l'élévation de la température n'était qu'indirectement la cause du changement de direction observé, que ce changement de direction était le résultat d'une modification de la surface de contact.

En effet, si, après avoir chauffé le fil d'argent assez fortement pour obtenir un courant dirigé du zinc à l'argent, on laisse refroidir les fils sans les déplacer ; puis qu'on recommence à échauffer le fil d'argent, si faiblement que l'on voudra, le courant marche de prime abord du zinc à l'argent, et si l'on chauffe le zinc, il marche dans le sens argent, zinc. En résumé, quand la surface de contact a été modifiée par l'application d'un degré de chaleur convenable, le courant marche du fil froid au fil chaud; quand la surface de contact n'a pas été préalablement soumise à une forte chaleur, le courant marche du fil chaud au fil froid.

Ces résultats singuliers me paraissent dépendre de la mauvaise conductibilité du zinc et de la faible différence qui existe entre les forces électromotrices des divers couples que l'on peut former avec les métaux zinc, or, argent et cuivre. Nous avons vu, en étudiant le circuit (Zn — Zn), que le courant marche, dans ce circuit, du fil chaud au fil froid, en d'autres termes, que le zinc chaud est négatif par rapport au zinc froid. Ce fait permet aisément de comprendre que le zinc chaud devienne négatif par rapport à un autre métal froid, lorsque ce métal possède à peu près le même pouvoir thermo-électrique que le zinc. Quand les deux fils sont réunis avec une forte pression, la différence de température entre les parties qui se touchent devient beaucoup moins considérable, et la force électromotrice résultant de cette différence de température se trouve masquée par la force électromotrice résultant de la différence de nature chimique.

Quant aux phénomènes que l'on observe après que la surface de contact a été modifiée, ils sont tout à fait analogues à ceux qui se présentent quand les deux métaux sont séparés par une couche mince d'oxyde ou de carbure, et la même explication s'appliquera aux uns et aux autres.

§ III. Lorsque les deux fils métalliques qui composent le circuit

sont séparés par une couche mince d'oxyde ou de carbure, le sens du courant est toujours dépendant du point d'application de la chaleur, et varie aussi avec la nature de la substance interposée ; il peut être déterminé par la règle suivante, qui résume tous les résultats de mes expériences :

Le carbure de fer tend à faire marcher le courant de la partie chaude à la partie froide ;

L'oxyde de fer tend à faire marcher le courant de la partie froide à la partie chaude ;

L'oxyde de cuivre tend à faire marcher le courant de la partie chaude à la partie froide ;

Le carbure d'argent tend à faire marcher le courant de la partie froide à la partie chaude ;

Les substances ci-dessus énumérées sont rangées dans l'ordre décroissant de leurs énergies.

Je vais faire comprendre le sens de cette règle en citant quelques applications :

Dans le circuit (Pt et Fe oxydé), le courant marche du fil froid au fil chaud ;

Dans le circuit (Pt et Fe carburé), le courant marche du fil chaud au fil froid ;

Dans le circuit (Au et Cu oxydé), le courant marche du fil chaud au fil froid ;

Dans le circuit (Fe oxydé et Cu oxydé), le courant marche du fil froid au fil chaud.

Dans le dernier circuit, deux influences contraires se trouvent en présence ; mais, conformément à la règle établie, l'influence de l'oxyde de fer l'emporte.

Il me reste maintenant à dire comment j'envisage le rôle des oxydes et des carbures. Considérons un circuit formé de deux fils de fer A et B séparés par une couche mince d'oxyde de fer, et supposons que le fil A soit celui que l'on échauffe ; nous aurons deux couples mis en action, l'un formé par le fil A et l'oxyde de fer, l'autre formé par le même oxyde et le fil B ; ces deux couples produisent ou tendent à produire des courants opposés, et l'effet ré-





sultant serait nul si les deux surfaces de contact étaient à la même température. Mais, comme la source de chaleur est placée sous le fil A, la surface de contact de ce fil et de l'oxyde de fer est plus chaude que la surface de contact de l'autre couple, et, en conséquence, c'est le couple auquel appartient le fil A que détermine le sens du courant. Voici une expérience qui donne un très-haut degré de probabilité à l'explication précédente. Nous avons vu que, dans le circuit (Ag — Ag), le courant marche du fil chaud au fil froid: telle est la direction du courant quand les deux fils sont en contact immédiat; mais, si on les sépare par une lame de platine aussi mince que l'on voudra, alors le courant marche de la partie froide à la partie chaude. Or il n'est pas douteux que, dans ce dernier cas, le courant observé ne soit bien la différence des deux courants inégaux produits par les deux couples (Pt et Ag); il paraît donc extrêmement naturel de considérer également le courant produit dans le circuit (Fe et Fe oxydé) comme étant la différence des deux courants inégaux produits par les deux couples (Fe et oxyde de Fe).

Lorsque l'on admet l'explication qui précède, on peut énoncer d'une manière plus simple la règle donnée au commencement de ce paragraphe. Il suffit effectivement alors d'assigner une place aux oxydes et aux carbures dans la liste du § 1; on forme, de cette manière, la nouvelle liste qui suit: *oxyde de fer, platine, carbure d'argent, cuivre, argent, or, zinc, oxyde de cuivre, fer et carbure de fer.* Au moyen de cette liste et de la théorie exposée plus haut, on peut, dans tous les cas, déterminer le sens du courant.

### *Observations du Rédacteur.*

L'auteur des recherches sur les courants thermo-électriques que nous venons de transcrire, est disposé à admettre avec M. Magnus qu'il faut attribuer ces courants à une force électro-motrice qui se développe toutes les fois que l'on met en contact deux corps hétérogènes (l'hétérogénéité pouvant résulter d'une différence dans l'arrangement ou la distance des molécules aussi bien que d'une différence dans la nature chimique). Cependant il reconnaît que dans

tous les cas le contact des deux parties inégalement chauffées paraît être la condition indispensable pour qu'il y ait production de courant.

Quant à nous, il nous paraît résulter évidemment des expériences de M. Gaugain aussi bien que de celles de M. Magnus, dont nous avons déjà rendu compte, que les courants thermo-électriques sont dus aux mouvements moléculaires que détermine dans les corps la propagation de la chaleur; mouvements qui donnent lieu ordinairement dans un couple thermo-électrique à deux courants inégaux, dont le sens et l'intensité dépendent de la nature de ces mouvements moléculaires, et par conséquent de la constitution particulière de chacun des deux corps solides qui forment le couple. Si c'était le contact ou la propagation de la chaleur qui fussent la cause des courants dont il s'agit, on en obtiendrait aussi bien avec des corps liquides tels que le mercure qu'avec des solides. Or, M. Magnus comme M. Matteucci a démontré le contraire.

A. D. L. R.

---

6. — NOTE RELATIVE AUX SUBSTANCES DIATHERMANES, par M. MELLONI. (*Communiquée à l'Acad. des Sc.*, le 25 avril 1853.)

MM. de la Provostaye et Desains ont annoncé à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 10 janvier dernier, que le sel gemme était moins perméable à la chaleur rayonnante des sources à basse température qu'à celle des sources à température élevée. Je ne doute pas, dit M. Melloni, qu'en recueillant la chaleur rayonnée par les parois d'un vase plein d'eau bouillante à travers une lame bien pure et bien polie de sel gemme, MM. de la Provostaye et Desains ne l'aient trouvée moins abondante que celle qui traverse ce même corps lorsque le rayonnement calorifique est tiré des flammes et des corps incandescents. Seulement il ne fallait pas en déduire que le sel gemme ne transmet pas également toutes les espèces de chaleur. Pour expliquer clairement ma pensée, continue M. Melloni, et mettre en même temps un observateur quelconque muni

de mon appareil thermo-électrique en état de répéter les expériences qui prouvent d'une manière tout à fait décisive la constance de la perméabilité du sel gemme pour toutes sortes de radiations calorifiques, je vais d'abord écarter de la question soulevée par MM. de la Provostaye et Desains tous les éléments superflus.

« Les lames de sel gemme parfaitement pures sont assez rares; on rencontre difficilement des thermo-multiplicateurs doués d'une extrême délicatesse; les opérations nécessaires pour graduer cet instrument et savoir les forces correspondantes aux divers degrés de son échelle, exigent enfin une certaine habileté. Or, l'extrême sensibilité ainsi que la connaissance des rapports qui lient les forces caloriques aux degrés du thermo-multiplicateur, et la pureté parfaite du sel gemme ne sont pas heureusement indispensables; il suffit d'avoir une plaque de sel passablement limpide et un appareil thermo-électrique de sensibilité moyenne.

« Lors de mes premières expériences, répétées en présence de M. Biot, j'avais fait observer qu'afin de mettre en évidence les degrés de transmissibilité des diverses radiations calorifiques à travers une lame donnée, il était presque indispensable que l'action directe des rayons sur la pile thermoscopique produisît toujours, par un éloignement plus ou moins grand de la source, la même déviation au galvanomètre; car, en opérant ainsi, on détruisait d'avance toute objection relative aux diversités de température des foyers rayonnants, et l'étendue égale ou différente des arcs décrits après l'interposition de la lame, permettait alors de conclure d'une manière indubitable la constance ou la variabilité des quantités de chaleur successivement transmises par le même corps. Cependant cette méthode a, comme tant d'autres, des limites qu'on ne peut franchir sans inconvénients. Pour s'en convaincre, il suffira de se rappeler une des anciennes expériences relatées plus haut, que voici :

« Une source fort intense et peu volumineuse, telle que la flamme de la lampe Locatelli, est fixée au foyer d'un petit miroir sphérique de laiton. A 5 ou 6 décimètres de distance se trouve un double écran métallique percé à son centre d'une petite ouver-

ture. Derrière cette ouverture on place une lame de sel gemme bien polie, assez mince et suffisamment allongée dans le sens horizontal, et plus loin le corps thermoscopique. L'instrument marque une certaine déviation qui se maintient invariable tant que la plaque de sel est perpendiculaire ou inclinée de 10 à 12° sur le faisceau incident; mais quand on dépasse cet angle d'inclinaison, les signes de l'action calorifique diminuent et deviennent de plus en plus faibles à mesure que l'obliquité augmente. D'autre part, on sait que sous l'incidence perpendiculaire, l'épaisseur de la plaque bien pure de sel gemme n'a aucune influence appréciable sur la quantité de chaleur transmise. La diminution observée dans le cas de l'obliquité ne provient donc pas de la plus grande quantité de matière traversée, mais de la réflexion plus énergique que les rayons éprouvent aux deux surfaces de la lame.

« Cette expérience démontre évidemment que l'artifice de rapprocher les sources de basse température, afin de rendre leur radiation sur l'appareil aussi intense que celle des sources à température élevée, pourra être mis en œuvre tant que les incidences les plus obliques des rayons sur la lame diathermique ne dépassent pas 12°; mais qu'il faudra nécessairement l'abandonner lorsque les diagonales conduites des bords de la surface rayonnante aux bords opposés du corps thermoscopique ou, plus exactement aux bords opposés de l'ouverture du tube qui lui sert d'enveloppe, formeront, avec la lame interposée, un angle supérieur à cette limite. — Appliquons ces données au cas qui nous occupe.

« Mon appareil porte ordinairement quatre sources principales de chaleur : une flamme d'huile; une spirale incandescente de platine; une lame recourbée de cuivre noirci que l'on maintient à une température voisine de l'incandescence par le contact postérieur d'une flamme alcoolique; un vase en cuivre pareillement rempli d'eau bouillante. En représentant graphiquement le corps rayonnant, la pile thermoscopique, l'écran et la lame dans leurs rapports de distances et de dimensions, on s'assure aisément que les trois premières sources, disposées successivement sur l'appareil, de manière à produire sur le galvanomètre un arc initial de dé-



viation de 30° à 35°, satisfont à la condition imposée au maximum de divergence des rayons incidents; aussi donnent-elles toutes une diminution très-petite et toujours la même lorsque la lame interposée est de sel gemme; ce qui prouve l'égale transmissibilité de leurs radiations par ce dernier corps. Et remarquons bien ici la vérité de ce qui a été avancé tantôt à l'égard des indications galvanométriques. La méthode expérimentale nécessaire pour démontrer la proposition attaquée par MM. de la Provostaye et Desains n'exige pas la connaissance des relations numériques existantes entre les déviations du galvanomètre et les forces qui les produisent; il suffit de noter les arcs d'impulsion initiale que décrit l'aiguille indicatrice de l'instrument lorsqu'on admet l'action calorifique, directe ou transmise, dans le tube de la pile, en interceptant toujours la communication rayonnante aussitôt que le mobile, parvenu au plus haut point de sa course, commence à rétrograder. Cette manière d'observer est facile, précise, et permet en conséquence de terminer en très-peu de temps les arrangements nécessaires pour avoir l'égalité des radiations incidentes, et de prendre en quelques minutes les moyennes convenables afin d'éliminer les petites irrégularités qui pourraient appartenir aux observations isolées.

« Maintenant, si on produit les 30° de déviatian impulsive au moyen du cube plein d'eau bouillante, la diminution causée par l'interposition de la plaque de sel gemme est (dans les circonstances où nous nous sommes volontairement placés) un peu plus forte que celle qui avait lieu pour les trois radiations précédentes; mais cette différence provient d'un changement de réflexion et non de transmission. On pourrait s'en convaincre par la construction graphique; toutefois il vaudra mieux employer la démonstration expérimentale suivante, qui est, à mon avis, tout à fait décisive.

« Le principe qui sert à la mesure des radiations calorifiques dans le thermo-multiplicateur offre des ressources que les physiciens n'ont peut-être pas encore généralement appréciées à leur juste valeur. On sait que les indications de cet instrument dérivent d'un courant thermo-électrique circulant dans la pile et le galvanomètre réunis en

un seul instant : les fils métalliques qui réunissent ces deux parties de l'appareil peuvent se mettre aisément en communication près des extrémités du galvanomètre, avec un circuit métallique extérieur, qui dérive une portion plus ou moins grande du courant et diminue ainsi à volonté la sensibilité de l'instrument. Je dis à volonté, parce que si on se servait d'un rhéostat autour duquel s'enroulerait un fil de mêmes dimensions que celui du galvanomètre, on pourrait obtenir des sensibilités $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, etc., moindres, en employant le fil du rhéostat de toute sa longueur, dans la moitié, le tiers, le quart, etc., de son étendue. Mais ce moyen exigerait de longs tâtonnements avant de parvenir à dérouler ou enrouler la quantité exacte de fil nécessaire pour la réduction voulue de sensibilité. Heureusement la tension très-faible des courants du thermomultiplicateur leur fait subir une si grande perte lorsqu'ils sont dérivés par un fil très-mince de platine, que deux ou trois pouces de cette espèce de conduit extérieur suffisent pour communiquer à l'instrument tous les degrés possibles de réduction. On peut ainsi atteindre facilement la phase désirée par la variation de très-petites étendues de fil ; ce qui ne saurait manquer de fournir à M. Ruhmkorff l'occasion de compléter ses beaux appareils thermo-électriques par l'addition d'un appendice mobile, qui deviendra très-utile pour plusieurs genres de recherches et notamment pour la démonstration du fait capital que les notions précédentes permettent maintenant d'exposer en quelques mots.

« Figurons-nous le vase rempli d'eau bouillante placé tout près de l'ouverture d'un écran métallique. A une petite distance de cet écran supposons-en un autre situé sur le même axe, et, derrière celui-ci, un petit support destiné à recevoir la lame de sel ; puis enfin la pile thermo-électrique. En prenant des ouvertures plus ou moins larges, et en approchant convenablement le corps thermoscopique du support, on pourra toujours faire en sorte que les rayons de la portion circulaire du vase à 100°, qui rayonne librement sur ce corps, donne 30° au galvanomètre. Quand ce résultat sera obtenu, on interposera la plaque de sel gemme, et on observera la diminution qui aura lieu en vertu des réflexions. Cela posé, on substituera au vase plein d'eau bouillante la lame de cuivre chauffée to[illegible] de l'in-

candescence par le contact postérieur d'une large flamme d'alcool, en ayant bien soin que les dimensions des surfaces circulaires qui rayonnent sur le corps thermoscopique soient égales et également distantes dans les deux cas. On appliquera enfin l'appareil de dérivation au galvanomètre, dont on réduira la sensibilité normale des 30°, malgré l'intensité de la nouvelle source de chaleur. L'interposition de la plaque de sel donnera alors précisément la même diminution que tantôt.

« Ainsi le rayonnement du cuivre chauffé à la température de l'eau bouillante traverse le sel gemme dans la même proportion que le rayonnement du cuivre porté tout près de la chaleur rouge; or, celui-ci rayonne au travers de la même substance à l'égal de la flamme et du platine incandescent.

« Il existe donc réellement un milieu solide qui transmet avec la même facilité toutes les espèces de chaleurs rayonnantes, propriété de la plus haute importance, car elle constitue la véritable base fondamentale sur laquelle s'appuie solidement la théorie de l'indentité du principe qui produit les radiations calorifiques lumineuses et les radiations calorifiques obscures. »

---

7. — Sur un nouveau système d'électro-aimant, par M. J. Nicklès (*Ann. de Chimie et de Phys.*, avril 1853.)

M. Nicklès a cherché, au moyen d'expériences variées, à résoudre la question controversée entre certains physiciens, savoir l'influence de la longueur des branches d'un électro-aimant sur les poids qu'il peut porter. D'un côté MM. Muller, Lenz et Jacoby prétendent que cette influence est nulle, tandis que d'un autre côté M. Dub soutient que l'attraction d'un électro-aimant grandit avec la longueur des barreaux. L'auteur a trouvé que la proposition des trois premiers physiciens est vraie tant qu'on reste dans les conditions dans lesquelles ils ont opéré; c'est-à-dire qu'elle régit, en effet, les électro-aimants disposés en fer à cheval. Mais elle ne peut être étendue aux électro-aimants rectilignes, car la puissance attractive de ceux-ci est notablement influencée par la longueur des barreaux, ce qui doit être, en effet, parce qu'en allongeant un barreau aimanté, on écarte les pôles de nom contraire

qui le constituent, et l'on diminue d'autant les effets de neutralisation que ces pôles peuvent exercer entre eux.

Passons maintenant aux expériences de M. Nicklès et nous rapporterons textuellement la description qu'il en donne.

« Je prends un barreau de fer, entouré d'une hélice de fils de cuivre, que je place dans le circuit galvanique; je choisis pour armature une pièce de fer, dont la masse et la longueur, variables suivant le courant, sont prises de manière à ce que cette armature puisse être attirée sans rester suspendue. A ce moment, je pose sur le pôle supérieur de l'électro-aimant un cylindre de fer, et immédiatement l'armature se suspend à l'aimant, y adhère plus ou moins énergiquement, pour retomber dès qu'on retire le cylindre qui est placé sur l'autre pôle.

« Cette expérience a été variée de bien des manières, et toujours elle a conduit au résultat énoncé ci-dessus. On comprend, en effet, qu'en superposant un cylindre au barreau aimanté, on allonge celui-ci d'une quantité correspondante, et l'on éloigne le pôle contraire dont on atténue l'action perturbatrice.

« J'ai fait sur ce point une série de déterminations à diverses intensités et avec un certain nombre de cylindres de même section et de longueur progressivement croissantes; le n° 1 avait $0^m,050$ de longueur; le n° 2 en avait $0^m,100$; le n° 3, $0^m,150$, etc. L'hélice se composait de 94 mètres de fil de 1 millimètre de section, formant 754 tours de spire; le cylindre placé dans la bobine était le n° 3. L'armature était un bout de cylindre, du poids de 74 grammes; sa surface de contact avait été rendue convexe.

| TANG 11° 20′ | | | TANG 7° 15′ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Superposé | Porte d'emblée. | Tombe avec | Superposé | Porte d'emblée. | Tombe avec |
| Numéros | gr. | gr | Numéros | gr. | gr. |
| 0 | 1700 | 1750 | 0 | 980 | 1000 |
| 1 | 1900 | 2000 | 1 | 1100 | 1150 |
| 2 | 2000 | 2150 | 2 | 1210 | 1250 |
| 3 | 2150 | 2240 | 3 | 1260 | 1300 |
| ... | .... | .... | ... | .... | .... |



L'influence de l'allongement du barreau aimanté sur l'attraction magnétique est donc manifeste ; néanmoins cette influence a une limite à partir de laquelle l'attraction diminue à mesure que la longueur augmente. Je justifierai cette assertion dans un prochain mémoire, dans lequel je ferai voir, en outre, que la proposition de M. Dub s'étend aux électro-aimants en fer à cheval, du moment que, se plaçant dans les conditions d'un électro-aimant rectiligne, on ne considère qu'un seul pôle de ces aimants.

En faisant agir l'armature à la fois sur les deux pôles, on rentre dans les conditions expérimentales de M. Muller, etc., et on observe que l'allongement des branches de l'électro-aimant est sans influence sur l'attraction fournie.

L'essai en a été fait avec deux fers à cheval de même section (0m,001) et de longueur différente ; l'un d'eux avait 0m,400 de développement total (*b*), l'autre en avait 0m,800 (*b'*). Les hélices se composent, chacune, de 665 tours de spire d'un fil de cuivre de 1 millimètre d'épaisseur ; les diverses intensités ont été obtenues à l'aide d'un rhéostat.

| *Poids portés.* | *Tang* 4° 20'. | *Tang* 7° 40'. | *Tang* 12° 20'. |
|---|---|---|---|
| | gr. | gr. | gr. |
| *b*....... | 5000 | 7500 | 10500 |
| | 5200 | 7600 | 10780 |
| | 5100 | | 11000 |
| *b'*....... | 5000 | 7389 | 11000 |
| | 5200 | 7610 | 10590 |
| | 5100 | 7500 | |

« Ainsi se vérifie la proposition de MM. Lenz, Jacoby, etc. ; il faut ajouter que cette proposition n'est vraie qu'autant qu'elle concerne les fers à cheval ordinaires, c'est-à-dire munis de deux hélices en sens contraire ; si, au contraire, les deux hélices sont de même sens, la proposition de M. Dub reprend ses droits ; il en est encore de même si le fer à cheval n'est muni que d'une hélice.

« Les poids portés dans ce dernier cas par le pôle principal sont fort inférieurs aux poids équilibrés, à la fois, par les deux pôles contraires, et la différence que l'on remarque dans les surfaces en contact ne suffit pas pour justifier la différence observée entre les attractions fournies. C'est que, sous l'influence du pôle principal,

l'armature devient elle-même un aimant; le fluide de nom contraire à celui du pôle en activité est attiré par lui, l'autre fluide est repoussé et vient appeler à lui le fluide de la branche libre; on utilise ainsi les deux fluides de l'armature et ceux de l'aimant; de sorte que, sans rien changer au courant ou à la bobine, on peut augmenter la somme d'attraction d'un électro-aimant à hélice unique, en faisant intervenir, concurremment, les deux pôles sur l'armature.

« Cette propriété n'est pas d'une généralité absolue ; elle souffre une exception quand les branches de l'aimant sont très-longues; mais dans les cas les plus fréquents, on n'a pas à tenir compte de cette influence. »

M. Nicklès expose, en terminant, quelques expériences qu'il a faites avec un électro-aimant, formé de trois plaques de fer soudées perpendiculairement sur une quatrième plaque, et dont la plaque centrale est seule entourée du fil parcouru par le courant.

« Quand on examine isolément, dit l'auteur, les pôles de cet aimant, on reconnaît que le pôle central a seul de la force attractive; les deux autres branches ne possèdent que peu de puissance, et le fluide qui les anime est évidemment de nom contraire à celui du pôle central; mais, en plaçant une armature pour ce dernier, on remarque sans peine que les deux branches extérieures sont devenues plus puissantes, conformément au fait constaté plus haut avec les électro-aimants rectilignes, et qu'on peut également reconnaître sur les fers à cheval.

« Par ses propriétés, cet électro-aimant rappelle les aimants à *points conséquents;* je l'appelle *trifurqué* à cause de sa forme, de même qu'on pourrait appeler *bifurqués* les électro-aimants à deux branches.

« Le tableau suivant donnera une idée de l'attraction relative fournie par les pôles de cet électro-aimant, suivant qu'on fait agir un, deux ou trois pôles sur l'armature. Cette dernière offrait sensiblement les dimensions de la branche centrale *m*; elle pesait 1030 grammes; par sa forme rectangulaire, elle se prêtait facilement à ces divers essais : ainsi on la faisait toucher par le petit côté ou par le côté allongé, dans le sens axial ou dans le sens équatorial, suivant qu'on voulait opérer sur un, sur deux ou sur les trois





pôles : enfin, en l'appliquant par sa grande surface, on pouvait presque entièrement intercepter le rayonnement magnétique, et on obtenait ainsi les poids portés, consignés dans la quatrième colonne.

Le courant total de la pile était de tang 56° 25′ ; la réduction observée quand l'hélice se trouvait dans le circuit, tang 49° 55′.

| COURANT. | PÔLE central. | DEUX pôles. | TROIS PÔLES Armature présentée par la tranche. | Armature présentée par la grande surface. |
|---|---|---|---|---|
| | kil. | kil. | kil. | kil. |
| tang 49°55′... | 3 | 80 | 130 | 180 |
| tang 46.10 ... | 2 | 68 | 120 | 142 |
| tang 14.45.... | » | 6 | 15 | » |
| tang 11.30.... | » | 3 | 4 | » |

« Avec une armature de forme différente, ces rapports ont changé ; ainsi une règle en fer, longue de 0m,38, large de 0m,02 et épaisse 0m,004, a fourni le rapport = 1/3 entre le pôle central et les trois surfaces polaires réunies.

« Avec cet aimant on peut réaliser un mouvement rectiligne que j'ai également obtenu, quoiqu'à un degré moindre, avec les électro-aimants ordinaires. En plaçant un cylindre de fer à la naissance des branches latérales, perpendiculairement à leur direction, ce cylindre roule avec une grande force vers le centre de l'aimant et y retourne toutes les fois qu'on l'a remis dans sa position initiale. Ce mouvement de va-et-vient, dont on peut augmenter l'amplitude, a lieu quelle que soit la position de l'aimant ou l'inclinaison de ses pôles.

« Ce mouvement me paraît digne d'attention, car il permettra de faire des machines électro-magnétiques dans lesquelles les aimants agissent au contact sans produire de choc, et l'on sait que l'un des principaux obstacles qui s'opposent à la confection de machines dans lesquelles les aimants agissent au contact, c'est la forte secousse que ces derniers éprouvent en se touchant, secousses qui détériorent promptement la machine. »

# CHIMIE.

8. — ETUDES SUR L'AFFINITÉ CHIMIQUE, par M. R. BUNSEN. (*Ann. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXV, p. 137.)

Nous annoncions il y a deux mois [1] un Mémoire intéressant de M. Bunsen sur l'affinité chimique. Mais les conclusions seules en avaient été publiées [2], et nous attendions de connaître le Mémoire lui-même pour en rendre compte. C'est ce que nous chercherons à faire aujourd'hui. Nous reproduirons d'abord textuellement l'extrait donné par l'auteur dans les Comptes rendus.

« La force qui produit et détruit les combinaisons chimiques est influencée par une foule de circonstances. Les effets changent sous l'action de la lumière, de la chaleur et de l'électricité, de même aussi que sous celle des masses qu'on met en présence. Elle est encore influencée par l'état d'agrégation des corps, ainsi que par le contact de substances hétérogènes. En conséquence, on peut regarder l'affinité chimique comme étant une fonction de toutes ces influences variées. Il suffirait donc de déterminer mathématiquement la forme de cette fonction, pour trouver la valeur de cette force.

« L'immortel Berthollet, auteur de la statique chimique, est le premier savant qui ait envisagé, sous ce point de vue, la cause des actions chimiques. Il fut amené par ces considérations théoriques à formuler la loi de l'influence des masses à laquelle il imposa ce nom qu'elle conserve encore, à l'aide de laquelle il chercha à expliquer l'action que la masse des corps que l'on met en présence exerce sur les combinaisons auxquelles ils donnent naissance. Suivant cette loi, lorsqu'on met un corps en présence de deux autres, de nature et de poids différents, mais capable de s'unir à lui, et tous les deux en quantité trop considérable pour se combiner en totalité avec lui, il se partage entre eux deux, dans le rapport de leur affinité absolue pour lui, avec leurs masses relatives. Si donc on représente par A et B la masse des deux corps employés en excès, et par $\alpha$ et $\beta$ le coefficient de l'affinité absolue de chacun d'eux pour le troisième corps C, les quantités de A et de B qui s'uniront à C,

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), tome XXII, page 274.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 6 décembre 1852.



appelées $a$ et $b$, seront entre elles dans le rapport $\alpha$ A : $\beta$ B. On trouvera alors le rapport sous lequel A et B s'uniront à C, par l'équation $\frac{\alpha}{\beta}=\frac{a\,B}{b\,A}$.

« Il nous a paru fort intéressant d'étudier la valeur de cette loi, qui ne s'appuie encore sur aucune expérience décisive. Notre travail n'a point du tout confirmé la loi de Berthollet ; mais il en a fait découvrir une autre qui semble promettre de beaux résultats relativement à l'étude de l'action de l'affinité. Cette loi peut être exprimée à l'aide des quatre propositions suivantes :

« 1° Lorsqu'on met le corps A en présence de deux ou plusieurs autres B, B',.... en excès, et qu'on les place dans les conditions les plus favorables à leur union, le corps A prend de chacun d'eux B, B',..... des quantités qui sont toujours entre elles dans un rapport simple. Il en résulte que lorsque 1, 2, 3, 4 ou plus d'atomes de l'une de ces combinaisons apparaissent, il s'en forme 1, 2, 3, 4 ou plus de l'autre.

« 2° Quand il se produit de cette manière 1 atome du composé A+B et 1 atome du composé A+B', on peut augmenter la masse du corps B en présence de celle de B', jusqu'à un certain point, sans que ce rapport atomique change. Mais si l'on dépasse alors une certaine limite, le rapport atomique qui était de 1 : 1 change brusquement, et devient 1 : 2, 1 : 3, 2 : 3, et ainsi de suite. On peut alors augmenter de nouveau la masse de l'un des corps sans que ce rapport atomique change, jusqu'au moment où, ayant atteint une seconde limite, le rapport des corps mis en présence change de nouveau, et ainsi de suite.

« 3° Quand un corps A, en agissant sur un excès de la combinaison BC, la réduit en produisant le composé AB et mettant C en liberté, et que C peut, à son tour, réduire la nouvelle combinaison née de l'union de A avec B, il arrive, en dernière analyse, que la portion réduite de B+C se trouve dans un rapport atomique simple avec celle qui ne l'a pas été.

« 4° On peut aussi, pour ces réductions, augmenter la masse de l'un des corps mis en présence, sans changer leur rapport chimique, jusqu'au moment où, ayant atteint une certaine limite, il

passe brusquement à une autre série, dans laquelle les corps restent cependant toujours dans un rapport simple et entier.... »

La découverte de lois si remarquables et si précises nous semblait un prodige, en raison des difficultés que l'on rencontre quand on veut apprécier ce qui se passe dans l'action réciproque des bases, des acides et des sels. La publication du mémoire de M. Bunsen a fait cesser notre incertitude. En effet, ce n'est pas dans ce genre de réactions qu'il a cherché à étudier l'affinité chimique. Ce savant a eu l'heureuse idée de choisir un cas beaucoup plus simple, où les corps mis en présence peuvent se disposer à l'avance suivant leurs affinités réciproques, pour réagir instantanément à un moment donné, et où les produits une fois formés échappent à toute décomposition ultérieure; ce cas est celui de la détonation des gaz combustibles mêlés avec l'oyxgène dans un eudiomètre.

Une première série d'expériences est relative à la combustion de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, en présence d'une quantité d'oxygène insuffisante pour produire une combustion complète. Les mélanges essayés étaient les suivants :

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| Oxyde de carbone | 72,57 | 59,93 | 36,70 | 40.12 |
| Hydrogène | 18,29 | 26,71 | 42,17 | 47,15 |
| Oxygène | 9,14 | 13,36 | 21,13 | 12,73 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

Les proportions d'oxyde de carbone et d'hydrogène brûlés au moment de la détonation de ces mélanges ont été:

| | Oxyde de carbone. | Hydrogène. | Rapport |
|---|---|---|---|
| I | 12,18 | 6,09 | 2:1 |
| II | 13,06 | 13,66 | 1:1 |
| III | 10,79 | 31,47 | 1:3 |
| IV | 4,97 | 20,49 | 1:4 |
| V | 4,95 | 10,27 | 1:2 |

Le cinquième mélange n'a pas été analysé avant la combustion.

On voit clairement se manifester dans ces expériences l'importante loi découverte par M. Bunsen.

Lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau sur du charbon rouge, on obtient un mélange d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Une analyse de ce mélange, faite par M. Bunsen, et parfaitement d'accord avec une analyse faite dans les mêmes cir-

constances, il y a plus de cinquante ans, par Clément et Desormes, montre que ce mélange contient exactement quatre volumes d'hydrogène, deux d'oxyde de carbone et un d'acide carbonique.

La combustion incomplète du cyanogène conduit encore à des résultats semblables. Cette expérience présente quelque difficulté, parce qu'elle ne réussit bien qu'à une température assez basse pour qu'il n'y ait pas oxydation partielle de l'azote. Cette condition étant remplie, les produits de la combustion ont été trois volumes d'azote, deux d'oxyde de carbone, et quatre d'acide carbonique.

Lorsqu'on fait détoner de l'oxygène avec de l'hydrogène en excès en présence d'acide carbonique, celui-ci se trouve partiellement réduit en oxyde de carbone. Dans ce cas encore, on observe un rapport simple entre le volume de l'acide carbonique réduit et celui qui ne s'est pas décomposé.

Le mélange soumis à la détonation renfermait :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique. | 8,52 |
| Hydrogène . . . | 70,33 |
| Oxygène . . . . | 21,15 |
| | 100 |

Après la détonation, il renfermait exactement deux volumes d'acide carbonique pour trois volumes d'oxyde de carbone, ou pour trois volumes d'acide carbonique décomposé.

L'auteur a encore soumis à la détonation un mélange composé de:

| | |
|---|---|
| Oxyde de carbone. | 4,41 |
| Acide carbonique . | 2,96 |
| Hydrogène . . . . | 68,37 |
| Oxygène . . . . . | 24,26 |
| | 100 |

Dans ce cas, il y a eu combustion d'une partie de l'oxyde de carbone, et la partie de ce gaz convertie en acide carbonique s'est trouvée exactement dans le rapport de 1 : 3 avec le volume de l'oxyde de carbone non brûlé.

Ainsi, dans tous les cas, on voit le partage s'effectuer suivant des rapports très-simples. M. Bunsen cherche à réfuter l'explication que l'on pourrait essayer de donner de ces faits, en supposant la formation instantanée, et la destruction immédiate de composés définis d'eau et d'acide carbonique, ou d'oxyde de carbone et d'acide car-

bonique. Cette supposition, en effet, n'aurait aucune vraisemblance. Ces résultats établissent donc bien l'existence d'une loi nouvelle réglant la manière dont un corps tend à se partager entre deux substances avec lesquelles il peut se combiner.

---

Qu'il nous soit permis d'ajouter quelques observations au sujet de cet intéressant mémoire.

M. Bunsen annonce, dans le préambule de son travail, que ses expériences ne s'accordent nullement avec la théorie de Berthollet. Il nous semble qu'elles la précisent et y ajoutent une loi nouvelle, mais qu'elles ne la contredisent point. Ainsi lorsque l'oxygène est mis en présence de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, nous voyons qu'il se partage bien entre eux conformément à la théorie de Berthollet, et que ce partage est déterminé à la fois par les affinités respectives que ces corps ont pour lui et par leurs masses. Seulement, lorsque ces masses changent, la raison suivant laquelle le partage s'opère ne se modifie pas d'une manière continue et régulière, mais par sauts, de manière à demeurer toujours simple.

D'ailleurs il est bien douteux que les lois nouvelles, découvertes par M. Bunsen, s'appliquent aussi aux réactions salines pour lesquelles surtout Berthollet a établi ses lois de statique chimique. Sans doute il est probable que l'affinité chimique tend à produire les mêmes effets, quel que soit l'ordre des combinaisons dans lesquelles on la fait intervenir. Mais, dans les réactions des sels, elle est modifiée par tant de causes accessoires, que ce sont probablement celles-ci qui, dans la plupart des cas, déterminent le résultat final, bien plus que l'affinité elle-même. Nous avons rendu compte, dans les deux derniers numéros de ce journal, de deux mémoires de M. Debus et de M. Malaguti, qui traitent de sujets analogues à celui dont s'est occupé M. Bunsen, mais les expériences de ces savants ont porté précisément sur le partage des bases en présence des acides. Or les résultats qu'ils ont obtenus ne présentent aucune indication des rapports simples que l'on observe dans les expériences faites sur les gaz.

Il est bien possible aussi qu'une cause plus intimement liée à

la nature même de ces combinaisons entraîne une différence plus profonde entre ces deux ordres de phénomènes.

Tous les sels, et probablement aussi les acides et les bases, au moins lorsqu'ils agissent en présence de l'eau, appartiennent à un même type chimique. De là l'excessive facilité avec laquelle les échanges ou les substitutions s'effectuent entre eux. De là encore, ce principe fondamental, qui résume les lois de Berthollet et que viennent confirmer les récentes recherches de M. Malaguti, que le résultat final du partage, entre les acides et les bases, est, en général, indépendant de leur mode initial de répartition. On n'observe rien de semblable dans les combinaisons des gaz, sans doute parce que les réactions qui peuvent alors avoir lieu ne sont plus de simples substitutions. Ainsi la détonation d'un mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ne donne pas du tout le même résultat que celle d'un mélange d'acide carbonique, d'hydrogène et d'oxygène qui renfermerait exactement les mêmes éléments, dans les mêmes proportions.

Ces observations ne tendent point à diminuer l'intérêt que peuvent offrir les expériences de M. Bunsen. Loin de là, nous en concluons que ce savant, voulant étudier les lois de l'affinité chimique, a eu raison de les chercher dans un ordre de phénomènes où cette force exerce réellement toute son action, plutôt que dans les actions réciproques des bases et des acides. On pourrait presque soutenir que, dans ce dernier ordre de phénomènes, l'affinité chimique est toujours satisfaite dès qu'il y a eu combinaison entre les acides et les bases, quel que soit le partage qui se sera effectué, en sorte que des circonstances étrangères déterminent presque seules ce partage.

Ces recherches méritent d'être continuées, elles conduiront sans doute encore à des résultats curieux. Il nous semblerait en particulier intéressant d'examiner ce qui arriverait lorsque des gaz, susceptibles d'agir les uns sur les autres, seraient soumis, non plus au passage instantané de l'étincelle électrique, mais à une température assez élevée pour leur permettre de satisfaire d'une manière définitive leurs affinités réciproques. C. M.

## BOTANIQUE.

9. — SEEMANN. EXCURSIONS BOTANIQUES DANS LES ÎLES DE SAINTE-HÉLÈNE ET DE L'ASCENSION. (Hooker's journal of botany, 1852, p. 238.)

Le fragment qui suit est tiré du journal de voyage de M. Berthold Seemann, botaniste de l'expédition anglaise du vaisseau le *Herald*.

Nous arrivâmes le 27 mars, dit-il, à Jamestown, de l'île Sainte-Hélène. Le lendemain j'allai à Longwood, qui tombe actuellement en ruines. Le tombeau de Napoléon est dans le même cas, depuis qu'on a enlevé le couvert qui le protégeait contre les intempéries, et probablement dans quelques années il ne restera que des souvenirs de la résidence de l'un des plus grands héros du siècle actuel. Les saules pleureurs qui ombrageaient autrefois la tombe ont péri depuis longtemps, et leurs derniers restes ont été transportés en France en 1840. Le pied du jardin royal de Kew a de justes titres pour être regardé comme aussi vrai que ceux qui existent maintenant à Sainte-Hélène, car ils ne sont tous que des rejetons des pieds originels. La petite fontaine où Napoléon avait l'habitude de boire, verse toujours son eau cristalline. Elle est couverte d'une ronce (Rubus pinnatus Willd.) et d'un Buddleia madagascariensis, dont je pris des échantillons pour mon herbier.

Je fis ensuite une excursion au pic de Diane, le plus élevé de l'île, et le seul endroit où la végétation indigène existe encore. Dans cette localité même elle se retire comme l'Indien devant la race caucasique, et partout ailleurs elle a été remplacée par des espèces d'origine étrangère. Le saule de Jackson (c'est-à-dire de Port-Jackson), qui est ici le nom de l'Acacia longifolia Willd., a envahi des districts entiers et forme de véritables broussailles. D'après ce que j'ai vu, les Acacias réussissent toujours mieux dans les terrains secs, pierreux, exposés au soleil et au vent. Ils perdent plusieurs de leurs traits caractéristiques dans les sols d'alluvion et dans les localités ombragées. L'Acacia spadicigera Cham. et Schl., par exemple, est, dans les localités qui lui conviennent, un arbre régulier, pyramidal, continuellement en fleurs, tandis que sur le

bord des rivières, où ses graines sont de temps en temps balayées par les pluies tropicales, il n'est qu'un buisson traînant et qui fleurit à peine.

Le Buddleia madagascariensis Lam. est abondant et fait de bonnes haies, que les bestiaux ne peuvent franchir. Cela vient de ce que ses branches pendantes et superposées forment des couches régulières comme un nid d'oiseau, d'où le nom vulgaire de *birdlayer*. Je suis entièrement de l'opinion de M. Bentham (DC. Prodr. 10, p. 447) que cette plante n'est pas indigène, mais qu'elle s'est échappée simplement de quelque jardin. L'ajonc (Ulex europæus), avec ses fleurs dorées, se trouve presque partout, et paraît plus robuste qu'en Europe, changement dû probablement au climat; ses jeunes pousses sont regardées comme un excellent fourrage, et aussi comme vermifuges pour les bestiaux, quand on les broie. Les Pelargonium inquinans Ait., Mesembryanthemum edule L., Leonotis Leonurus Br., plusieurs Phylica et autres plantes ont été apportées du Cap, et se mélangent maintenant avec les Agave et les Opuntia du Mexique, et les chênes et les hêtres d'Europe. Le palmier-dattier se cultive dans les vallons; plusieurs avenues autour de la ville sont en figuiers; bref, dans les localités inférieures, on voit partout des plantes originaires d'autres pays, et jusque sur les sommités les plus élevées, j'ai remarqué déjà une grande quantité de Fuchsia coccinea Andr. et autres plantes étrangères.

En montant au pic de Diane, le pays prend un aspect différent et spécial. Les ronces (Rubus pinnatus Willd.) deviennent abondantes et se mêlent graduellement aux Campanulacées et Scævolées ligneuses, aux mousses, Lycopodiacées, Fougères en arbres, Pterolobium arboreum Br., appelé chou-arbre, et autres Composées arborescentes. Ces dernières sont caractéristiques des montagnes humides et élevées ; je ne me rappelle pas les avoir vues ailleurs. On atteint aisément le sommet de la montagne par un sentier, et de là on jouit d'une vue charmante sur le pays environnant. Il est impossible de se figurer un aspect plus agréable, et l'on oublie que l'on est sur une île qui, de la mer, paraît un roc stérile. Je ne sais pourquoi les habitants ont eu l'idée de dédier cette hauteur à Diane. La déesse de la chasse n'a rien à faire ici, car le *Wire-bird* espèce

indigène, quelques faisans introduits de Chine, des perdrix et des lapins sauvages, des souris de champs et quelquefois un troupeau qui s'égare, sont les seuls animaux d'une certaine grandeur qu'on voie sur la montagne.

Le 12 avril nous partîmes de Sainte-Hélène, et après cinq jours nous arrivâmes à l'île de l'Ascension. Jamais je n'ai mis le pied sur un endroit plus aride. Les environs de la caserne et la plus grande partie de l'île ne paraissent que cendres et scories. Le seul point de couleur verte est la sommité la plus élevée, qui a reçu le nom approprié de Montagne verte. J'y montai, le jour du vendredi saint, avec MM. Maguire, Parson et Anderson. La distance est de sept milles, mais elle paraît beaucoup plus grande, sans doute à cause de l'aspect monotone du district que l'on traverse. C'était une chose intéressante de voir comment la végétation changeait de place. Autour de l'endroit où l'on débarque on ne voit que des touffes éparses d'euphorbes et trois pieds de ricins rabougris. A deux milles de distances ils deviennent plus fréquents, et se renforcent de Vinca rosea, Argemone mexicana, Nicotiana Tabacum, d'une composée herbacée, un Amaranthe et le Lycopersicum esculentum. Un peu plus loin une Crucifère, un Panicum et un Sida firent leur apparition, et ainsi peu à peu le sol se couvrit de plus de verdure, jusqu'à ce qu'enfin vers le sommet le changement fut complet et nous nous trouvâmes dans une région relativement fertile.

L'île de l'Ascension était autrefois inhabitée, et, à l'exception de quelques Mousses, Lichens et Fougères, n'avait aucune végétation. Il y a environ seize ans, le gouvernement anglais fit planter des arbres et ordonna de cultiver le sommet de la Montagne verte. On envoya recueillir à Sainte-Hélène et au Cap des productions de ces pays. Les nouvelles espèces grandirent et l'humidité s'accrut. En tenant compte du progrès obtenu, il n'est pas ridicule d'espérer qu'avec du temps l'île entière sera couverte de végétaux. On pourrait abréger en cultivant la partie inférieure. Jusqu'à présent le manque d'eau a été le principal obstacle, mais je crois qu'on pourrait y parer en choisissant des espèces pouvant se soutenir au moyen de l'eau de mer aussi bien que de l'eau douce, et quand elles auraient attiré assez d'humidité pour vivre, l'arrosement avec l'e



salée pourrait être abandonné. Je ne connais que deux arbres offrant ces conditions, le *Overal* (Varronia rotundifolia Alph. DC.) et le Algarrobo (Prosopis horrida Kunth), qui se trouvent dans l'Etat de l'Equateur et à la Nouvelle-Grenade, sur le bord même de la mer, et aussi dans les endroits les plus stériles des déserts du Pérou, localité où, pendant des années, il peut ne pas tomber une goutte d'eau, si ce n'est de la rosée. Ces plantes sont de quelque utilité. Les baies de l'*Overal* sont une nourriture excellente pour les volailles, et l'*Algarrobo* produit un légume qui soutient seul de nombreux troupeaux de chèvres, chevaux, mulets et singes de ces régions si arides. Il serait difficile de trouver dans tout le règne végétal deux plantes dont la constitution fût mieux adaptée à l'île de l'Ascension, et dont l'introduction fût accompagnée de plus d'avantages directs et indirects.

Nous vîmes dans le jardin du gouvernement un caporal de la marine, du nombre de ceux qui avaient planté les premiers arbres. Il ne manquait pas d'intelligence et nous fit les honneurs de l'établissement en l'absence du jardinier. Un moment après nous rencontrâmes deux officiers de la marine royale qui nous conduisirent dans les divers *tunnels*. Ils nous expliquèrent comment on recueille l'eau et comment elle est conduite sur la côte. C'est par des moyens si ingénieux que pas une goutte ne se perd. On nous montra aussi la grande curiosité, une *gloire de l'Inde*, Melia Azedarach, le plus grand arbre de l'île, qui a 50 pieds de haut, avec une tige de 9 à 12 pouces de diamètre. Après avoir fait le tour de la montagne nous montâmes au sommet, le Pic épais (Big Peak), qui atteint la hauteur de 2,800 pieds. Il est couvert de ronces (Rubus pinnatus) apportées de Sainte-Hélène. On a placé des siéges et une table à l'endroit le plus élevé. La vue y est tout à fait agréable ; les environs sont cultivés en patates, melons d'eau, courges et bananes, mais au delà tout est désolation. Combien il a fallu de travail, de persévérance et d'intelligence pour obtenir ce résultat, qui change un désert affreux en un terrain fertile et habitable.

L'expédition est arrivée en Angleterre le 6 juin 1851, après 100,000 milles par mer et 8,000 par terre parcourus en cinq années.

---



# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois d'Avril : 1940$^{mm}$, répartie comme suit :

| | |
|---|---|
| | mm |
| le 1 . . . . . . . | 5 |
| le 2 . . . . . . . | 15 |
| le 4 . . . . . . . | 210 |
| le 5 . . . . . . . | 290 |
| le 8 . . . . . . . | 325 |
| le 9 . . . . . . . | 50 |
| le 13 . . . . . . . | 100 |
| le 15 . . . . . . . | 85 |
| le 16 . . . . . . . | 140 |
| le 17 . . . . . . . | 90 |
| le 20 . . . . . . . | 10 |
| le 21 . . . . . . . | 80 |
| le 22 . . . . . . . | 60 |
| le 23 . . . . . . . | 80 |
| le 24 . . . . . . . | 35 |
| le 25 . . . . . . . | 150 |
| le 26 . . . . . . . | 75 |
| le 27 . . . . . . . | 30 |
| le 29 . . . . . . . | 110 |

Dans la nuit du 7 au 8, on a vu de fréquents éclairs de chaleur à l'ouest, et vers les 9 h. du matin du 8, on a entendu deux coups de tonnerre dans la même direction.

A la fin d'avril, la neige a disparu jusqu'à la hauteur de 1640 mètres (villa de St.-Remy,) sur le versant méridional de la montagne, et jusqu' 1530 mètres (village d'Allèves,) sur le versant septentrional.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1858.

Le 3, gélée blanche; halo solaire de 6 ½ à 7 h du matin.

» 6, belle lumière zodiacale jusqu'à 9 h. ¼ du soir; elle s'étend jusque dans la constellation des Gémeaux.

» 7, forte rosée; toute la soirée éclairs et tonnerres; forte averse à 9 h. 40 m.; la direction de l'orage est du SO au NE.

» 15, rosée.

» 17, rosée; halo solaire de 9 h. ¼ à 9 h. ¾ et de 11 h. à 1 h.

» 18, rosée; faible halo solaire de 9 h. ½ à 10 h. ¼ du matin.

» 19, gelée blanche.

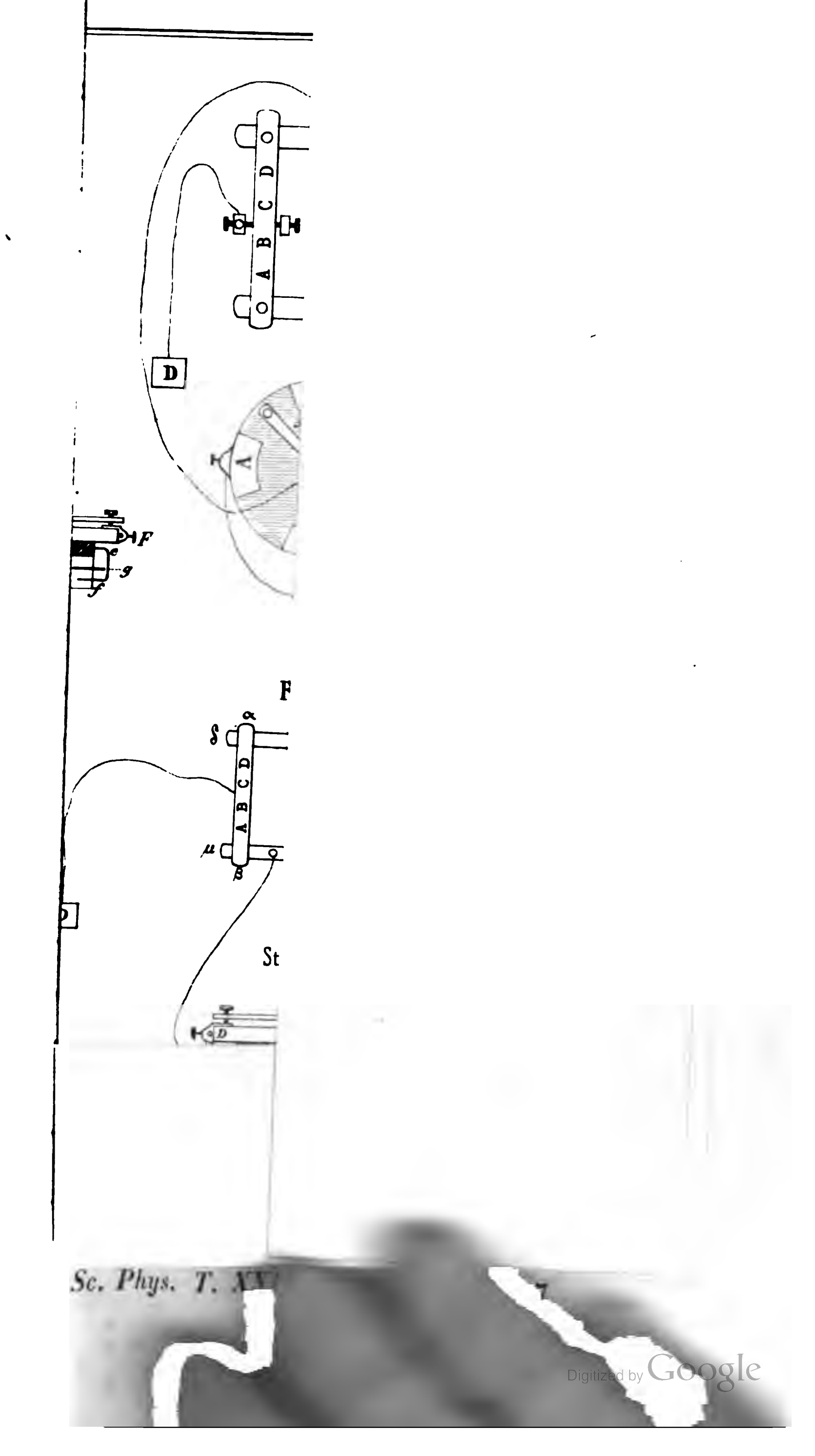
» 22, halo solaire de 8 h. ½ à 11 h. du matin.

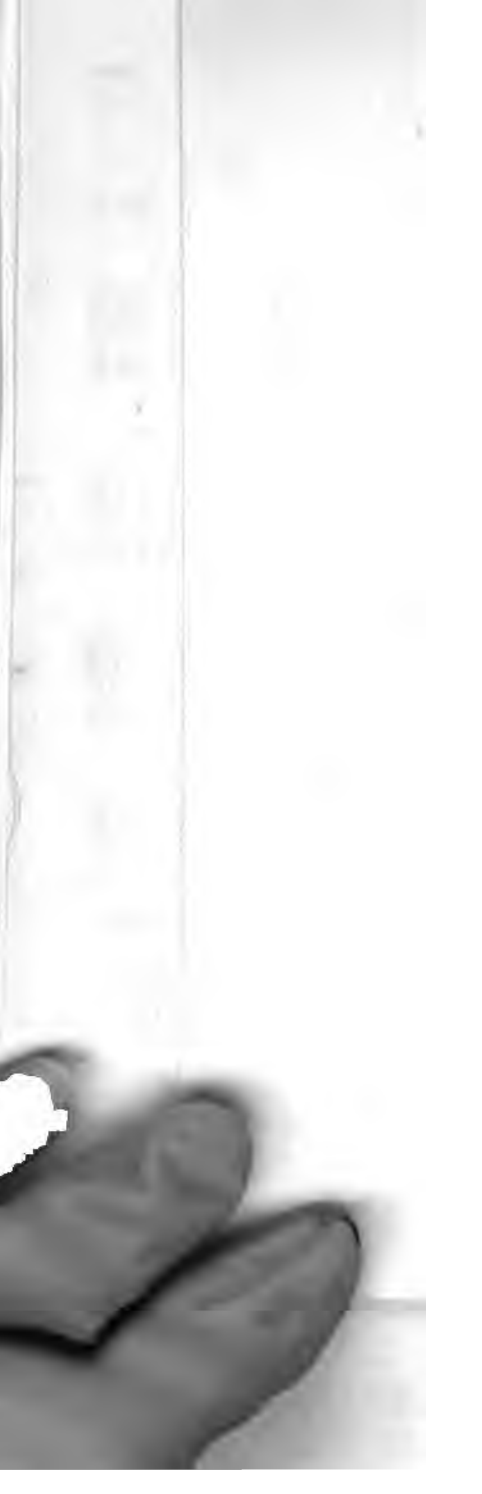
» 28, rosée.

Température du Rhône:

| | |
|---|---|
| 1re décade, | + 6°,81 |
| 2me » | + 7°,34 |
| 3me » | + 7°,22 |
| Mois | + 7°,15 |

Minimum le 9 + 6°,16. Maximum le 19 + 8°,56.


A B C D
D
A
F
g
e
f
F
δ
α
A B C D
μ
β
St
D



ARCHIVES
DES
SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## OBSERVATIONS SUR LA FORCE MAGNÉTIQUE, par FARADAY. (*Royal Institution*, séance du 21 janvier 1853, et *Philos. Magaz.*, mars 1853.)

Les considérations générales présentées par M. Faraday ayant trait aux deux grandes forces du magnétisme et de la pesanteur, exercées tant par la masse du globe que par ses particules, le professeur rappelle d'abord certaines relations et certaines différences entre ces deux forces sur lesquelles il avait insisté précédemment. L'une et l'autre peuvent agir à distance, et sans doute à une distance quelconque; mais tandis que la pesanteur peut être regardée comme une force simple et non polaire, le magnétisme est une force double et polaire. De là, on ne peut concevoir qu'un système pesant ou qu'une particule pesante puisse agir en cette qualité sur elle-même, tandis qu'il en est autrement d'une particule magnétique ou d'un système magnétique, lequel, représentant une force double, peut agir sur lui-même. De plus, non-seulement l'une et l'autre polarité de la force magnétique peuvent agir, tant par attraction que par répulsion, mais encore l'action double d'un aimant peut aussi agir, soit par attraction, soit par répulsion, ainsi que cela a lieu

chez les corps paramagnétiques et diamagnétiques. Comme conséquence ultérieure de la différence entre les caractères de ces forces, on a admis généralement l'existence de lignes physiques de force dans les cas de forces doubles, telles que l'électricité et le magnétisme; mais en ce qui concerne la pesanteur, cette conclusion est moins évidente. M. Faraday, étant dans l'intention d'entretenir son auditoire de quelques relations ultérieures du soleil avec la terre, rappelle à cette occasion les idées d'Arago sur leur grandeur relative, d'après lesquelles, en faisant coïncider les deux centres, le corps du soleil s'étendrait presque deux fois plus loin que la lune, son volume étant environ sept fois celui d'un globe qui serait enfermé dans l'orbite de la lune.

Pour mieux étudier le pouvoir magnétique, l'auteur avait construit une balance de torsion. Le fil de torsion, long de 24 pouces, était en platine, et d'un diamètre tel qu'une longueur de 28 $^1/_2$ pouces pesait un grain. Il était assujetti de la manière ordinaire à une pièce mobile munie d'un index. La tige horizontale était composée d'un tube de verre terminé du côté de l'objet par un crochet en verre. Les corps soumis à la force magnétique étaient ou des cylindres de verre terminés à chaque extrémité par du verre étiré en fil, de manière à pouvoir être suspendus à la tige horizontale, ou bien des boules de verre aussi de forme cylindrique et analogues aux précédents, mais d'un volume plus considérable; enfin d'autres substances. Les extrémités tubulaires des boules de verre ayant été ouvertes, on a pu les remplir d'un liquide ou d'un gaz quelconque, et les exposer plusieurs fois de suite à l'action de la force magnétique. L'auteur s'est servi, dans ces expériences, du grand aimant construit par

M. Logeman, d'après les principes développés par M. le Dr Elias, et qui pesant lui-même un peu plus de cent livres, pouvait en supporter 430. Cet aimant a été arrangé de manière que l'axe de la force se trouvait à 5 pouces au-dessous du niveau de la tige horizontale de verre, l'intervalle étant traversé par le fil de suspension ou crochet dont on a déjà parlé.

Toute la portion de l'appareil qui comprend les armures de fer doux et l'objet soumis à l'action du magnétisme est enfermée dans la caisse qui porte la balance de torsion, et dont la position est déterminée par six vis fixées sur la table magnétique; et comme la caisse et la table portent l'une et l'autre des divisions sur leur surface, il devient facile d'ajuster la première sur celle-ci, de manière que la tige horizontale se trouve parallèle à la ligne qui joint les pôles au-dessus d'elle, le point de suspension étant au-dessus du milieu de cette ligne; et, en faisant mouvoir la caisse entière parallèlement à elle-même, on donne au point de suspension une autre position quelconque. Nous avons déjà dit que les corps soumis à l'expérience étaient munis d'un fil de suspension d'une longueur telle que leur hauteur coïncidait avec l'angle du champ magnétique. Lorsqu'ils étaient suspendus à la tige, des anneaux en plomb placés à l'extrémité opposée et capables de se mouvoir le long de la tige jusqu'à ce que celle-ci devînt parfaitement horizontale, leur servaient de contre-poids. Le mouvement de la caisse à droite ou à gauche, nécessaire pour placer l'objet au milieu de l'angle magnétique, avait lieu par le moyen de deux des vis dont on a déjà parlé; le mouvement à la distance donnée du point central était communiqué par les quatre autres.



En supposant cette distance de 0,6 de pouce, la tige étant chargée et aucun corps en présence de l'aimant (la tige ayant été préalablement placée dans sa position normale avec l'index de torsion à zéro), il s'agissait de déterminer le retour de la tige à sa position première lorsque le corps soumis à l'expérience avait été suspendu au-dessus et repoussé. Voici comment M. Faraday s'y est pris : Un petit miroir réflecteur plan est fixé au milieu de la tige, au-dessus du point de suspension; une lunette munie d'une échelle divisée, est placée à six pieds de ce réflecteur, dans une position telle que lorsque la tige se trouve dans sa position normale, une certaine division donnée de l'échelle coïncide avec le fil de la lunette. A mesure que la tige se meut, la réflexion fait que l'échelle paraît passer à côté du fil avec une vitesse angulaire double. Comme on peut, par ce moyen, apprécier jusqu'à *un centième* de pouce, et que chaque degré occupe en apparence 2,4 pouces avec un rayon de *six* pieds, il en résulte qu'on pouvait calculer un mouvement angulaire de $\frac{1}{240}$ de degré ; et le rayon du bras de la tige étant de *six* pouces, le retour de la tige à sa position normale par la force de torsion employée pour neutraliser la répulsion, pouvait être calculée à $\frac{1}{2000}$ de pouce près. Lorsque l'objet ajusté sur la tige était diamagnétique, il était repoussé, et aussitôt l'observateur, placé devant la lunette, augmentait la torsion jusqu'à ce que la tige eût repris sa position primitive ; et le degré de cette torsion indiquée sur l'échelle graduée donnait la mesure de la force de répulsion développée. Lorsqu'on faisait les observations, l'aimant, la balance et la lunette étaient tous fixés dans un rez-de-chaussée sur des dalles en pierre, et les précautions

nécessaires étaient prises pour prévenir toute source d'erreur.

Lorsqu'un corps est soumis à l'action d'un aimant, il est affecté non-seulement par cet aimant, mais aussi par le milieu qui l'environne, et même en supposant que ce milieu soit un vide parfait, cela ne change rien à ses rapports avec le corps. Le résultat est toujours différentiel, chaque changement de milieu entraînant un changement dans l'action qui a lieu sur l'objet qui s'y trouve placé. Ainsi il y a un grand nombre de substances qui, à l'approche d'un aimant, sont repoussées si elles se trouvent dans l'air, et attirées si elles sont dans l'eau. Lorsqu'un petit cylindre de verre, ne pesant que 66 grains, était exposé sur la balance de torsion à l'aimant de Logeman dans l'air, à une distance de 0,5 pouces de la ligne axiale, 15° de torsion étaient requis pour neutraliser la force de répulsion, et ramener l'objet à sa position primitive. Lorsque ce même cylindre a été exposé à l'action de l'aimant dans un vase d'eau, il était attiré, et il a fallu 54°,5 de torsion pour vaincre cette attraction à la distance donnée de 0,5. Si le vase avait contenu un liquide ayant un pouvoir diamagnétique égal à celui du cylindre de verre, il n'y aurait eu ni attraction ni répulsion, et la torsion serait devenue *zéro*. Il en résulte que les trois nombres, 15°, 0° et 54°,5, représentent les forces relatives des trois corps, l'air, le verre employé dans cette expérience, et l'eau, comparés entre eux. Si on emploie d'autres liquides, tels que l'huile, l'éther, etc., les degrés de tension obtenus avec chacun d'eux indiquent la place qu'il doit occuper dans la série magnétique. C'est au fond le principe d'Archimède relatif à la pesanteur appliqué aux forces magnétiques. Si l'on emploie



un cylindre d'une autre forme ou composé d'une autre substance, le degré de torsion et le zéro fourni par ce cylindre ne seront plus les mêmes ; mais les milieux, sauf dans un seul cas dont nous parlerons plus tard, auront les mêmes relations les uns envers les autres que précédemment. Pour ramener tous les résultats à un même rapport commun, on a adopté une échelle centigrade ayant pour termes fixes et extrêmes l'air et l'eau à la température ordinaire, soit 60° F. Alors chaque série de résultats obtenue dans les mêmes circonstances comprend l'air et l'eau ; et tous les résultats d'une même série sont multipliés par un nombre de nature à convertir en 100° la différence qui existe entre ces deux substances. Ainsi les trois résultats ci-dessus deviennent 21°,6, 0° et 78°,4. On obtient par ce procédé les intervalles magnétiques entre les corps rapportés à l'échelle centigrade, mais le véritable zéro ne se trouve pas encore déterminé. On peut prendre comme zéro soit l'eau, soit l'air, soit le verre, les intervalles magnétiques ne dépendant aucunement de ce point ; mais alors l'expression des résultats varie comme suit :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Air . . . | 0° | 21°,6 | 100° |
| Verre . . | 21,6 | 0 | 78,4 |
| Eau . . . | 100 | 78,4 | 0 |

tout ce qui est au-dessus de zéro étant paramagnétique par rapport à ce point, et tout ce qui est au-dessous diamagnétique. Le vide a été adopté comme zéro dans le tableau donné plus loin. Il suit de ce qui précède, qu'en principe, tout solide, quelle que soit sa grandeur ou sa forme, peut être compris dans le tableau en question, en le soumettant à l'action d'un aimant dans l'air et dans

l'eau, ou dans des liquides dont on connaît les relations à l'égard de ceux-ci. Il en est de même de tout liquide en plongeant toujours exactement le *même* solide dans chacun, puis en le plongeant ensuite dans l'air et dans l'eau.

En se servant du même vase, de la même boule de verre, par exemple, on pourra, en la remplissant successivement de différents gaz et de différents liquides, en comprenant toujours l'air et l'eau dans chaque série, trouver la place de ces différentes substances dans le tableau en question. Le tableau qui suit donne les résultats obtenus avec quelques corps rapportés à l'échelle centigrade, et quoique la balance de torsion laisse encore à désirer, et que par conséquent les résultats ne puissent être regardés que comme approximatifs, cependant une moyenne de trois ou quatre expériences faites avec soin et dans les mêmes conditions de distance, de pouvoir, etc., sur une substance donnée, lui donne une expression éloignée tout au plus d'un degré de la vérité. Les pouvoirs sont calculés pour une distance de 0,6 de pouce de l'axe magnétique de l'aimant, tel que cela a été déjà décrit, et se rapportent, il va sans dire, à des *volumes égaux* des corps soumis à l'expérience. Les chiffres décimaux extrêmes ne doivent pas être regardés comme exprimant exactement les données fournies par l'expérience; ils sont les résultats du calcul. On trouvera peut-être plus tard que l'hydrogène, l'azote et quelques autres corps voisins du zéro, se comporteront comme le vide; il est évident que très-peu d'oxigène produirait une différence semblable à celle qu'on remarque dans l'azote. La première solution de cuivre que contient le tableau était incolore; la seconde était la même que la première,



mais on l'avait oxidée en l'agitant dans un flacon contenant de l'air ; le cuivre, l'ammoniaque et l'eau étaient les mêmes dans les deux cas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ° | | ° |
| Prot. ammon. de cuivre. | 134,83 | Camphre............ | 82,59 |
| Per. ammon. de cuivre. | 119,83 | Camphine........... | 82,96 |
| Oxygène............ | 17,5 | Huile de lin ......... | 85,56 |
| Air................ | 3,4 | Huile d'olive......... | 85,6 |
| Gaz oléfiant.......... | 0,6 | Cire................ | 86,73 |
| Azote.............. | 0,3 | Acide nitrique........ | 87,96 |
| Le vide............ | 0,0 | Eau............... | 96,6 |
| Gaz acide carbonique... | 0,0 | Solution d'ammoniaque. | 98,5 |
| Hydrogène.......... | 0,1 | Bisulphide de carbone . | 99,64 |
| Ammoniaque......... | 0,5 | Solution saturée de nitre. | 100,08 |
| Cyanogène.......... | 0,9 | Acide sulfurique...... | 104,47 |
| Verre.............. | 18,2 | Soufre............. | 118 |
| Zinc pur............ | 74,6 | Chloride d'arsenic..... | 121,73 |
| Ether............... | 75,3 | Borate de plomb fondu . | 136,6 |
| Alcool absolu......... | 78,7 | Phosphore.......... | |
| Huile essent. de citron.. | 80 | Bismuth............ | 1967,6 |

Plucker, dans ses recherches curieuses sur les substances les plus paramagnétiques, établit sa comparaison sur des *poids égaux* des différents corps soumis à l'expérience.

L'un des principaux buts de l'auteur dans la construction de l'appareil délicat décrit ci-dessus, a été de chercher à éclaircir certains points dans la philosophie du magnétisme, et plus particulièrement celui de l'application de la loi de l'inverse du carré de la distance. Sous ce rapport, l'action magnétique ordinaire peut être divisée en deux espèces : la première a lieu entre des aimants aimantés d'une manière permanente, et dont l'état ne peut être changé ; la seconde a lieu entre un aimant et un corps qui n'a pas d'état magnétique propre, et ne reçoit et ne retient son magnétisme qu'autant qu'il est soumis à l'action de l'aimant. La première de ces

deux actions paraît bien être soumise à la loi du carré, mais il serait imprudent et peut-être contraire à la vérité d'affirmer que cette loi est aussi applicable à la seconde. Nous ignorons si des corps, tels que l'oxigène, le cuivre, l'eau, le bismuth, etc., doivent leurs relations paramagnétiques ou diamagnétiques à une facilité de *conduction* plus ou moins grande en ce qui concerne les lignes de force magnétique, ou à une espèce de polarité de leurs particules ou de leurs masses, ou bien à quelque autre cause inconnue; et nous ne pouvons guère espérer d'arriver à déterminer la vraie cause de l'action magnétique en acceptant d'avance comme vraie une loi non démontrée, et que l'expérience ne paraît pas avoir confirmée jusqu'ici. En effet, Plucker pose en fait que la force diamagnétique croît plus rapidement que la force magnétique, lorsqu'on augmente la puissance de l'aimant dominant, ce qui serait contraire à la loi en question. Voici encore quelques faits qui ont été constatés à ce sujet :

Lorsqu'un corps est soumis à l'action du grand aimant invariable de Logeman dans l'air ou dans l'eau, et que les résultats obtenus sont ramenés à l'échelle centigrade, le rapport entre les trois substances reste le même pour la même distance, mais non pour des distances différentes. C'est ainsi que lorsqu'un cylindre donné de *flint-glass* a été soumis à l'action de l'aimant entouré d'air et d'eau, à la distance de 0,3 de pouce, il s'est trouvé être diamagnétique par rapport à l'une et à l'autre de ces substances; et en rapportant le résultat obtenu à l'échelle centigrade, l'eau étant zéro, il s'est trouvé à 9°,1 au-dessous de zéro, ou du côté diamagnétique de l'eau.

A la distance de 0,4 de pouce, il était de 10°,6, et

à 0,7 de pouce, de 12°,1 au-dessous de l'eau. Si on se servait d'un corps plus diamagnétique, tel que du verre pesant, on obtenait un résultat plus prononcé encore; car à la distance de 0,3 de pouce, ce corps était à 37°,8, et à 0,8 pouce, à 48°,6 au-dessous de l'eau. Le bismuth a présenté un résultat encore plus frappant, quoique à cause de la petitesse du volume du métal employé, on ne puisse accorder une entière confiance à l'exactitude des chiffres obtenus. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant, l'air étant toujours représenté par 100°, et l'eau par 0°. La première colonne de chiffres contient la distance de chaque substance en dixièmes de pouce, de la ligne axiale du champ magnétique [1], et la seconde, la place qu'elle occupe en degrés magnétiques centigrades au-dessous de l'eau.

| Flint glass. | | Verre pesant. | | Bismuth. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | | ° | | ° |
| 0,3 | 9,1 | 0,3 | 37,8 | 0,6 | 18,71 |
| 0,4 | 10,6 | 0,4 | 38,6 | 1,0 | 27,34 |
| 0,5 | 11,1 | 0,6 | 40,0 | 1,5 | 36,26 |
| 0,6 | 11,2 | 0,8 | 48,6 | | |
| 0,7 | 12,1 | 1,0 | 51,5 | | |
| | | 1,2 | 65,6 | | |

[1] Un changement donné dans la distance implique nécessairement un changement dans le degré de la force et dans les formes des lignes de forces; mais il n'indique pas toujours le même changement. Les forces ne sont pas les mêmes à la même distance de 0,4 de pouce de la ligne axiale, mais dans des directions opposées: elles ne le sont pas non plus à toute autre distance modérée. Ainsi, quoique en augmentant ou en diminuant la distance, le changement de la force ait lieu dans la même direction, il n'a pas lieu dans la même proportion. Au moyen d'appareils convenablement arrangés, la force peut être amenée à changer avec une très-grande rapidité dans une direction, et très-lentement ou pas du tout dans une autre.

Il résulte de ce tableau qu'en prenant pour étalon l'intervalle entre l'air et l'eau, plus est considérable la distance des corps diamagnétiques de l'aimant, plus ceux-ci sont diamagnétiques par rapport à l'eau. Il paraîtrait aussi, autant du moins qu'on peut le conclure d'un aussi petit nombre d'expériences, que la différence ci-dessus devient d'autant plus grande que le corps est plus diamagnétique par rapport à l'air et à l'eau. M. Faraday soupçonna d'abord que ces résultats pouvaient être dus à l'état dans lequel se trouvait le corps antérieurement à l'expérience, suivant qu'il aurait été plus éloigné ou plus rapproché de l'aimant. Mais il remarqua bientôt que soit qu'on éloignât, soit qu'on rapprochât le corps de l'aimant, soit qu'antérieurement à l'expérience le corps eût été placé très-près de l'aimant, ou qu'au contraire on l'eût amené à une certaine distance, les résultats étaient toujours les mêmes ; dans aucun cas il ne s'est présenté de symptôme d'un état induit temporaire.

On ne saurait conclure de ces expériences, en supposant qu'elles se confirment, que le verre ou le bismuth soient les seuls qui changent par rapport aux deux autres corps. Peut-être est-ce l'oxigène de l'air qui change, peut-être l'eau ; vraisemblablement l'un et l'autre; car si, dans les cas qui ont été examinés, le résultat est vrai et conforme à la nature, il est probablement commun à tous les corps. Le point principal constaté, c'est que les trois corps en question, l'air, l'eau et le corps soumis à l'expérience, changent sous le point de vue de leur force magnétique, l'un par rapport à l'autre, et que ce rapport ne reste pas constant à différentes distances données de l'aimant. Si ce résultat se confirme, il ne peut être compris dans la loi de ce genre d'actions qui est la



loi du carré de la distance. Un aréomètre flottant dans un liquide et sujet à l'action de la pesanteur seule, toutes choses d'ailleurs égales, resterait au même point, soit qu'il se trouvât à la surface de la terre, soit qu'il en fût éloigné de plusieurs fois son diamètre, parce que l'action de la pesanteur est inversément comme le carré de la distance. Mais si nous supposons que la substance de l'aréomètre et le liquide diffèrent sous le rapport magnétique, comme le font l'eau et le bismuth, et que la terre agisse en sa qualité d'aimant et non par la pesanteur, alors l'aréomètre, d'après les expériences rapportées ci-dessus, se tiendrait à un point différent pour des distances différentes, et l'action exercée sur lui ne pourrait être régie par la loi de l'inverse du carré de la distance.

La cause de cette variation dans les rapports entre les substances comparées les uns aux autres est encore inconnue. Peut-être tient-elle en quelque manière aux *formes* des lignes de la force magnétique qui ne sont pas les mêmes à des distances différentes, ou bien dépend-elle de l'intensité de la force magnétique à des distances différentes, ou bien encore de ce que, dans chaque cas, le corps soumis à l'expérience est traversé, dans ses différentes parties, par des lignes de degrés de force différente ; mais quelle qu'en soit la cause, elle accompagne constamment les actions magnétiques ; et on doit, par conséquent, en tenir compte dans toute loi relative à cette matière.

Ces résultats généraux paraissent, il est vrai, en contradiction avec ceux obtenus par Plucker, qui a trouvé que lorsqu'on augmente la force, le pouvoir diamagnétique croît plus rapidement que le pouvoir magnétique. Mais cette circonstance, en supposant les deux résultats

exacts, montre seulement que nous avons encore beaucoup à apprendre au sujet de la nature physique du magnétisme, et qu'il ne nous faut pas fermer les yeux à de nouveaux aperçus, uniquement parce qu'ils nous paraissent en contradiction avec les lois admises jusqu'ici, mais chercher plutôt à nous en emparer, dans l'espoir qu'ils nous conduiront à la découverte de la vérité. Les corps, soumis à l'action du magnétisme, paraissent acquérir un état physique nouveau qui varie suivant la distance et suivant la puissance de l'aimant. Chaque corps peut avoir son taux particulier d'augmentation et de diminution, et ce taux peut être de nature à rapprocher les effets extrêmes décrits par Plucker sur les corps paramagnétiques, et ceux que nous venons de décrire sur les corps diamagnétiques. Lorsque nous comprendrons mieux le sujet, il se peut que cette contradiction apparente se change en harmonie, quoiqu'elle puisse ne pas être d'accord avec la loi de l'inverse du carré de la distance, telle que nous avons cherché à l'appliquer.

Les observations de Plucker, relatives aux forces paramagnétiques et diamagnétiques, l'avaient déjà conduit à affirmer qu'on ne peut dresser aucune liste correcte de substances magnétiques. La même conséquence, quoique dans une direction différente, résulte des faits qui précèdent; ce qui motive nos réserves faites plus haut à ce sujet. Néanmoins le premier tableau est donné comme une approximation qui peut être utile pendant quelque temps. Il est possible que ces résultats, que nous reconnaissons ne pas être encore complets, puissent être contredits; mais étant convaincu de l'exactitude des faits que nous avons rapportés, nous n'avons pas hésité à les rendre publics, dans l'espoir d'attirer toujours plus l'attention des savants sur ce sujet.

Dans une précédente occasion, l'existence des lignes *physiques* de force a été déduite de la nature double de ces pouvoirs, et de la nécessité dans tous les cas et à toutes les époques d'une relation et d'une dépendance mutuelle entre les polarités de l'aimant ou entre les surfaces électriques positives et négatives. Une opinion moins positive a été émise au sujet de la pesanteur, à cause de la difficulté d'observer des faits ayant un rapport avec le *temps*, et parce que deux particules ou deux masses pesantes ne paraissent pas devoir dépendre nécessairement l'une de l'autre, en ce qui concerne l'existence ou la production de leur action mutuelle. Le passage suivant, extrait d'un ouvrage de Newton (sa troisième lettre à Bentley), prouve que ce philosophe croyait aux lignes physiques de la pesanteur, et permet ainsi de le ranger dans la catégorie de ceux qui soutiennent la nature physique des lignes des forces magnétiques et électriques. Voici le passage en question : « Que la pesanteur soit « innée, inhérente et essentielle à la matière, en sorte « qu'un corps puisse agir sur un autre à distance à tra- « vers le vide, et sans intermédiaire qui puisse trans- « mettre l'action ou la force d'un corps à l'autre, cela « me paraît une opinion tellement absurde que je ne « pense pas qu'elle ait jamais pu être adoptée par un « homme expert dans les sciences philosophiques. La « pesanteur doit être nécessairement due à un agent ou « à une cause agissant d'après certaines lois, mais sa- « voir si cet agent est matériel ou immatériel, c'est ce « que je laisse à mes lecteurs à déterminer. »

Enfin, je ne passerai pas sous silence l'observation remarquable de Sabine, soutenue par Wolf, Gautier et d'autres, de certaines coïncidences qui paraissent exister

entre l'apparence des taches solaires et la variation diurne du magnétisme terrestre. Schwabe a observé avec soin les taches du soleil depuis 1826. Il a remarqué qu'elles ont d'abord augmenté en nombre et en surface d'année en année, puis qu'elles ont diminué; puis qu'elles ont de nouveau augmenté et ensuite diminué, et ainsi de suite pendant des périodes d'environ dix ans. Le tableau suivant donne les années des maxima et des minima des taches observées :

| | Groupes dans l'année. | Jours sans taches. | Jours d'observations. |
|---|---|---|---|
| 1826 | ... | ... | ... |
| 1828 | 225 | 0 | 282 |
| 1833 | 33 | 139 | 267 |
| 1837 | 333 | 0 | 168 |
| 1843 | 34 | 149 | 312 |
| 1848 | 330 | 0 | 278 |
| 1851 | ... | ... | ... |

Lamont (*Annales de Poggendorff*, décembre 1851) fut conduit, à la suite de recherches récentes sur le magnétisme atmosphérique, à examiner les variations journalières dans la déclinaison magnétique. Il trouva que ces variations augmentent et diminuent successivement pendant une période de dix ans; l'année 1844 a été citée comme présentant une variation minimum de 6°,61, et l'année 1848 comme donnant une variation maximum de 11°,15.

Sabine (*Transactions philosophiques* pour 1852), en recherchant des lois périodiques parmi les effets moyens des grandes variations magnétiques, trouva une période simultanée d'augmentation et de diminution à Hobarton et à Toronto, villes situées sur les deux côtés opposés du globe. L'effet minimum eut lieu en 1843, et le maximum en 1848, se rapprochant ainsi singulièrement des observations de Lamont faites à Munich. Mais, en outre,



Sabine a démontré que cette variation, analogue dans la déclinaison journalière magnétique, a une période parfaitement égale à celle découverte par Schwabe pour l'apparition des taches solaires; et même que les maxima et minima de ces deux phénomènes coïncidaient; car 1843 présente la plus petite variation diurne et le plus grand nombre de taches solaires, et 1848 la plus grande variation diurne et, en même temps, le plus grand nombre d'observations solaires. Ce savant a aussi remarqué que la même période d'augmentation et de diminution se manifeste avec les mêmes époques dans la variation diurne de l'inclinaison magnétique dans l'un et l'autre hémisphère. Le phénomène est général, par rapport à tous les éléments magnétiques, et dans les portions du globe les plus éloignées les unes des autres.

Gautier paraît avoir été frappé de la même coïncidence, mais il ne publia son idée dans la *Bibliothèque universelle* qu'en juillet 1852. Wolf, de Berne, énonce la même opinion dans les Mémoires de la Société d'histoire naturelle en juillet ou août de la même année. Il cherche à retracer les conditions générales des taches depuis l'année 1600, et conclut que la vraie longueur de la période est de 11,11 années. Il nous semble impossible d'admettre une pareille coïncidence dans la longueur de la période et les époques des maxima et des minima de ces deux phénomènes, si différents l'un de l'autre, sans supposer qu'ils doivent dépendre d'une cause commune. C'est pour nous un nouveau motif de continuer nos recherches sur la nature intime du magnétisme, puisque maintenant ces recherches paraissent se rapporter non-seulement à l'état de cette force sur la terre, mais encore à son état dans le soleil même.

## NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ÉLECTRICITÉ ANIMALE, par M. DUBOIS-REYMOND. (*Communiquées à l'Académie des Sciences de Berlin*, dans ses séances des 6 et 20 janvier 1853.)

---

Dans mon précédent travail [1], j'ai décrit les expériences que j'ai faites pour dériver, lorsque les muscles sont détendus, le courant musculaire des membres d'un homme vivant et sain. Ces essais me conduisirent bientôt au résultat que, dans l'homme comme dans la grenouille, il y a en général deux places de la peau qui ne peuvent être rapprochées et former un circuit sans qu'il en résulte un courant. Dans beaucoup de cas, il se manifesta clairement que ce courant n'avait rien de commun avec les muscles, et qu'il était engendré par la peau d'une manière quelconque. Mais, comme pour l'homme pas plus que pour la grenouille [2], il ne se trouva de suite un moyen d'enlever à la peau son action électromotrice, il fallut d'abord étudier cette action avec assez de précision pour pouvoir se garantir des illusions qui en pouvaient provenir.

Cette étude commença par la recherche des circonstances dans lesquelles les places symétriques de la peau, qu'on doit regarder d'avance comme semblables, peuvent devenir réciproquement électromotrices. On reconnut que ces circonstances étaient :

1° Température inégale ;

[1] *Monatsberichte*, année 1852, 15 mars, page 111.

[2] *Idem*, 1851, 30 juin, page 383.





2° Durée inégale de l'humectation (Benetzung) avec le liquide conducteur.

3° Tension inégale de la peau.

4° Lésion de l'une des places de la peau.

Je puis y ajouter maintenant

5° Transpiration inégale.

Dans ces cinq cas, la place de la peau qui est seule changée ou qui l'est davantage, se comporte positivement à l'égard de celle qui est restée à l'état naturel ou s'est moins altérée [1]. La place froide ou chaude est positive à l'égard de celle qui a gardé sa température naturelle, ou qui est devenue moins froide ou moins chaude. Celle qui a été plongée la première est positive à l'égard de celle qui a été plongée la dernière, dans le cas au moins où le liquide est une dissolution de sel de cuisine ou de l'eau de source. La place où la peau est tendue est positive à l'égard de celle qui ne l'est pas, ou qui l'est moins. Celle qui est lésée est positive à l'égard de celle qui ne l'est pas. Enfin celle qui transpire est positive à l'égard de celle qui ne transpire pas, ou qui transpire moins.

Pour faire transpirer inégalement deux places symétriques de la peau, tandis qu'une main demeurait à l'air libre, je mettais l'autre dans un sac plein d'air fait de mince gutta-percha et que j'attachais au-dessous du coude, autour du bras inférieur, de manière qu'il fermât bien sans exercer de pression gênante. Au-dessus de la gutta-percha une couverture de laine enveloppait encore la main et le bras inférieur. Auparavant j'avais éprouvé la relation électro-motrice réciproque des mains dans les

[1] Année 1852, 15 mars, page 120.

vases remplis de solution saline [1]. La main enveloppée de gutta-percha se couvrait bientôt de transpiration. En la délivrant rapidement de l'enveloppe et en plongeant en même temps les deux mains dans les vases, il se manifestait au multiplicateur pour le courant nerveux [2] une forte décharge dont la conséquence était que la main à l'état de transpiration se comportait positivement à l'égard de celle qui n'y était pas. Comme la main qui avait été enveloppée pouvait être plus chaude que celle qui ne l'avait pas été, je fis une nouvelle série d'essais pour me convaincre que l'effet observé ne dépendait pas de cette différence de température. Je répétai les expériences dans l'eau de source, dans de l'acide sulfurique étendu et dans de la potasse, expériences dont il a été question dans mon précédent travail [3]. Les résultats furent les mêmes dans l'eau et l'acide. Dans la potasse, au contraire, la main qui transpirait se comportait tantôt positivement, tantôt négativement, à l'égard de celle qui ne transpirait pas.

Même en tenant compte de ces cinq circonstances, on ne trouve pas, comme je le disais, deux places de la peau symétriques complétement semblables, ainsi qu'on devait s'y attendre. L'instant où l'on forme le circuit est presque toujours accompagné d'une action électromotrice qui passe rapidement, qui n'est soumise à aucune régularité, et qui, outre d'autres causes inconnues, doit aussi être attribuée à une inégalité dans la température, la transpiration, la rapidité de l'humectation des deux places de la peau. Mais, même après que

[1] Année 1852, 15 mars, page 124.
[2] *Idem*, page 113.
[3] *Idem*, p. 115, 127.




cette première action fugitive s'est calmée, il reste un courant persistant, qui n'a manifestement rien de commun avec elle, sinon qu'au commencement ils forment ensemble une somme algébrique. Ce courant, que j'ai nommé le courant propre (der Eigenstrom), conserve pendant des mois la même direction entre les deux places. Et je puis maintenant dire avec assurance que sa direction demeure la même quel que soit le liquide conducteur employé.

De la recherche de la relation électromotrice de deux places de la peau, je portai mes études vers la manière de se comporter de différents points d'une même moitié du corps, ou, ce qui revient au même, de points non symétriques des deux moitiés du corps, entre lesquels on pouvait s'attendre, sous de certaines conditions, à voir sortir le courant musculaire. Dans le fait on observa presque constamment des courants d'une grande force et d'une direction constante, qui, à première vue, pouvaient être pris, en partie du moins, pour les courants musculaires. Ces courants s'établissent surtout de la main au coude, de la main et du pied au tronc, tout à fait comme le courant musculaire dans la grenouille ; ils conservent leur direction dans les liquides conducteurs les plus divers. Ils peuvent donc parfaitement être le courant musculaire. Mais alors, dans le cas de la contraction des muscles, ils doivent faire apercevoir une oscillation négative d'une grandeur proportionnée à l'activité de la contraction.

J'ai déjà annoncé, dans mon mémoire précédent, qu'il n'en est pas ainsi, de sorte que ces courants, malgré leur première apparence illusoire, doivent être rejetés sans rémission dans le domaine des courants purement cu-



tanés, derrière lesquels se cache peut-être une fraction de courant provenant des muscles, mais qu'on ne peut en aucune manière séparer nettement.

Je ne communiquai pas encore alors les expériences qui m'ont conduit à ce résultat, mais je n'anticipai sur ce résultat qu'autant que cela était nécessaire, pour arriver à la recherche des courants de la peau. Je vais donner ici la description de ces expériences et de toutes celles qui s'y rapportent, que j'ai faites pour apercevoir dans le corps humain intact des traces d'oscillation négative du courant musculaire, au moment de la contraction.

Nous nous remettons donc au point de vue de départ comme étant encore dans l'incertitude de savoir si, dans les courants de la main au coude, du pied et de la main au tronc, nous avons affaire ou non avec le courant musculaire, et comme voulant rapprocher cette question de sa solution en cherchant à observer l'oscillation négative que doivent éprouver ces courants, s'ils proviennent des muscles. Quant à la manière de procéder dans ces expériences, nous ferons la remarque suivante.

Il est clair qu'on ne devra pas y procéder de manière à être obligé de comparer les forces du courant entre deux places du corps, d'abord dans le cas des muscles relâchés comme jusqu'ici, puis dans celui des muscles contractés. On laissera avant tout l'aiguille chercher sous l'influence du courant sa position d'équilibre, et après qu'elle l'aura trouvée, on procèdera à la contraction, en ayant soin d'empêcher tout changement des forces électromotrices qui ont leur siége à la limite de la peau et du liquide conducteur.

On devra donc veiller à ce que la profondeur jusqu'à



laquelle les membres plongent demeure la même, ou tout au moins ne soit pas augmentée, autrement il en résulterait un courant particulier. Pour remplir cette condition, il faut que les membres plongés soient soutenus convenablement, dans l'effort musculaire, de manière qu'il n'advienne aucun déplacement, et pour en annuler les conséquences nuisibles, si ce déplacement avait lieu, on peut se servir de divers artifices. On peut, par exemple, enduire de collodium le membre jusqu'à la hauteur où il est plongé et donner à cet enduit une largeur telle que, dans le cas de mouvements, il soit impossible que le bord supérieur de la ceinture de collodium plonge sous le niveau du liquide ou que l'inférieur le dépasse. Ou bien l'on peut imiter le revêtement des plateaux conducteurs [1] en entourant la partie du corps d'une enveloppe susceptible d'absorber la solution, de sorte que, dans le cas de vascillations dans la hauteur jusqu'à laquelle elle plonge, elle demeure cependant également humectée du liquide. Du reste, d'après mon expérience, ces modes artificiels sont superflus. Il suffit, avant de procéder à la contraction, de tenir la partie plongée un peu plus profondément qu'on ne pense le faire pendant la contraction elle-même. Puis en l'abaissant et en la relevant dans le liquide, de manière qu'aucune nouvelle place de la peau n'y plonge, il ne se manifeste aucune action électromotrice qu'il faille prendre en considération.

Secondement, il faudra pourvoir à ce que, dans la contraction, la peau plongée ne s'étende pas, autrement il naîtrait un courant d'extension.

[1] *Recherches, etc.*, vol. I, page 214.



Quant à la contraction, il ne faut point naturellement s'en tenir, pas plus que pour la grenouille, à une seule secousse quelque violente qu'elle soit. Mais nous devrons produire par la volonté, dans le membre choisi pour l'expérience, l'état musculaire que nous produisons ordinairement dans la grenouille par la tétanisation due à la voie électrique ou par la strychnine, c'est-à-dire une tension de tous les muscles durable et la plus violente possible, autant que cela peut se concilier avec la condition que le membre soit en même temps immobile et demeure dans la position la plus favorable possible à la transmission du courant. C'est ce que je nomme tétaniser volontairement le membre.

Nous commençons par introduire le corps humain dans le circuit du multiplicateur, de la même manière que nous l'avons déjà décrit pour la grenouille vivante et intacte [1], c'est-à-dire de sorte que la transmission du courant s'effectue d'un côté aux deux pieds, de l'autre au tronc. Les pieds sont placés dans les vases remplis d'une solution saline [2], et l'action conductrice s'opère sur le tronc au moyen du vase pectoral (Brustgefässes) [3].

Les deux vases des pieds d'une part, le vase pectoral de l'autre sont mis en communication avec les deux extrémités du multiplicateur. Le circuit est traversé par un courant qui monte dans les jambes et maintient l'aiguille du multiplicateur pour le courant nerveux à une déviation continue de 60° à 80°.

Si maintenant tous les muscles des jambes sont tendus

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 1850, 3me série, tome XXX, page 126.

[2] Année 1852, 15 mars, page 124.

[3] *Idem*, page 131.






traction, ne faisaient apercevoir aucune oscillation négative. Et en fait il en est ainsi. Mais ces courants ne sont pas, comme on le sait maintenant, stables dans la contraction. Il se manifeste au contraire une déviation positive en excès. Que peut être cet excès?

Je montrerai dans la suite de ces recherches que si, en face de ce qui gît le plus clairement sous les yeux, on ne veut pas s'exposer aux suppositions les plus contraires au bon sens, il ne reste pas d'autre alternative que de voir dans cet excès positif l'expression de l'oscillation négative d'un courant musculaire qui accompagne le tétanos, lequel est fortuitement dirigé dans le membre en sens inverse du courant ascendant de la peau, c'est-à-dire en sens descendant. Mais avant de passer à la discussion des motifs pour et contre cette opinion, il sera opportun d'étudier ultérieurement le phénomène lui-même.

Une manière plus commode de l'observer et où le vase pectoral, toujours difficile à manier, devient superflu, consiste à plonger la main dans le vase manuel, le pied dans le vase destiné aux pieds, vases qui sont unis eux-mêmes aux deux extrémités du multiplicateur. Comme la résistance de la peau constitue une fraction très-considérable de la résistance totale du corps, dans cet arrangement la résistance totale du circuit n'est pas, comme on pourrait le croire, doublée, comparée à ce qu'elle est dans le cas de l'application du vase pectoral, mais au contraire il est possible qu'elle soit plus petite, parce que la surface totale de la main ou du pied doit opposer au courant une résistance considérablement plus faible que la partie de la peau de la poitrine qui, dans le vase pectoral, se trouve en contact avec le liquide conducteur.

Dans le cas de relâchement des muscles, on trouve, comme on s'en souvient, un fort courant entre le pied et la main dans la solution saline, qui a quelquefois au commencement une direction ascendante dans la jambe, direction qui se transforme bientôt en descendante [1]. Quelle que soit la direction du courant, dès qu'on tend les muscles des bras, on détermine une action ascendante dans le bras, qui se manifeste dans la jambe si ce sont les muscles de celle-ci qui sont tendus. Le courant en excès a donc dans les deux cas une direction opposée à celle du courant dominant; le courant définitif provient de la différence entre les deux courants qui se seraient manifestés dans les deux cas dans une direction semblable, comme cela a lieu par la secousse des électrodes. En essayant de tendre avec une force égale le bras et la jambe en même temps, après quelques oscillations de l'aiguille tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, le résultat est toujours la prédominance décidée du courant provenant de l'une des actions, tantôt de celle du bras, tantôt de celle de la jambe.

Au lieu de tendre les muscles de toute la jambe, j'ai réussi à n'opérer la tension que de ceux de la cuisse ou de la partie inférieure de la jambe. Alors, la transmission du courant de la main ou du pied produit des actions dans le même sens, seulement plus faibles, que lorsque la jambe entière a été volontairement tétanisée. Lorsque je suis debout, je puis limiter le tétanos volontaire à un seul groupe de muscles de la cuisse, à celui des muscles extenseurs de la jambe. Dans ce cas aussi je détermine un excès de courant ascendant dans la jambe; je compte

[1] Année 1852, 15 mars, pp. 132, 134.



même, vu la grande et durable tension que je suis en état de communiquer à ces muscles, cette forme de l'expérience au nombre des plus favorables de celles que j'ai décrites et que je décrirai encore. Après avoir fait cet essai, à plusieurs reprises et de suite, j'éprouvai une crampe dans ce groupe de muscles, de sorte que la contraction, abstraction faite de la première impulsion, se continua involontairement et fut, durant quelques moments, fort douloureuse. Cette contraction involontaire fut suivie du même excès de courant ascendant dans la jambe.

Dans la jambe on peut, comme nous l'avons vu, limiter la contraction à volonté aux deux subdivisions du membre, et étudier l'action électro-motrice produite par chacune d'elles, isolément, en la soumettant à un mode de dérivation du courant analogue à celui dont nous nous sommes servi pour la jambe entière. Il n'en est pas de même pour le bras. Je ne puis limiter à volonté la contraction à la partie inférieure ou supérieure du bras. Aussi, pour apprendre à connaître l'action électromotrice des subdivisions isolées de ce membre, faut-il dériver le courant d'elles seules, tandis qu'on tétanise volontairement le bras entier. Cela a déjà été fait pour la partie inférieure du bras dans l'essai par lequel nous avions l'intention de nous assurer si le courant ascendant de la main au coude laisserait apercevoir, pendant le relâchement des muscles, une oscillation négative au moment où interviendrait le tétanos volontaire. Au lieu de cela, il se manifesta une oscillation positive. Il nous reste maintenant à transporter le même mode d'expérience au bras supérieur. D'une part le coude est plongé dans le vase manuel, d'autre part la dérivation, au lieu de s'opérer par la main du même bras, s'opère par celle

de l'autre, par le vase pectoral, ou bien par l'un ou l'autre pied. Lorsque l'aiguille est parvenue au repos, on tend tous les muscles du bras, en prenant garde de ne pas changer la flexion de l'articulation du coude, pour éviter de produire un courant d'extension. Le résultat de cet essai est aussi un courant ascendant dans le bras supérieur.

Il y a encore une autre manière de procéder dans ces expériences, qui présente des avantages notables. Elle consiste à préférer, pour la transmission du courant, des points symétriques de la peau, au lieu de points non symétriques. Alors, après la disparition des actions passagères qui se manifestent au moment où le circuit est fermé, il ne reste que le courant propre, dont la force est beaucoup moindre que celle des courants qui ont lieu entre des points non symétriques de la peau. Avec l'aide des charges (Ladungen) on ramène l'aiguille au zéro, ou on l'en rapproche tout au moins à un suffisamment haut degré. Lors donc que des deux masses musculaires, mises dans le même circuit, l'une seulement est contractée, il doit en résulter un courant dans une direction facile à prévoir d'après les essais précédents.

Les avantages de cette manière de procéder, qui rappelle la méthode fréquemment appliquée de la compensation, sautent aux yeux. Comme la résistance d'une main à l'autre et d'un pied à l'autre est à peu près équivalente à celle d'une main à un pied, la résistance du circuit n'est pas plus grande qu'auparavant. Ainsi l'aiguille ramenée à zéro, ou en étant fort rapprochée, sera sous l'action de la même somme de forces électro-dynamiques qui agissaient sur elle dans les expériences précédentes, quand elle occupe une place très-élevée dans



l'échelle de la division. Pour une production égale de force électromotrice, l'aiguille éprouvera donc un mouvement beaucoup plus considérable, et en opérant la tension successive de deux masses musculaires symétriques, on verra, si elles ont une énergie équivalente, s'opérer des mouvements à peu près égaux, dans les deux sens opposés à partir du zéro. Comme les mouvements partent du même point, on peut en comparer la grandeur. Il faut, enfin, regarder comme un avantage notable la circonstance que le circuit n'est pas traversé par des charges trop fortes qui, par la variation même de leur intensité, devenaient une source d'incertitude de plus dans les modes précédents d'expérimentation.

Cette manière de procéder conserve ces avantages, qu'on opère avec les deux pieds plongés dans leurs vases ou qu'on le fasse avec les deux mains ou les deux coudes dans les vases manuels. On obtient au multiplicateur pour le courant nerveux des déviations de 40—60° à partir du zéro. Il ne se montre aucune différence sensible entre l'énergie électromotrice des bras et celle des jambes.

Dans l'expérience faite avec les bras, il est fort avantageux d'opérer, comme cela a eu déjà lieu antérieurement, seulement avec deux doigts isolés plongés dans les vases digitaux au lieu de le faire avec les mains entières. Pour la transmission elle-même du courant, il est indifférent de se servir d'un quelconque ou de plusieurs doigts; mais il est cependant plus avantageux de se servir des index. On peut les étendre plus loin, et éviter plus facilement en s'en servant que d'autres points de la main ne viennent en contact avec les parois du vase d'où résulteraient des courants, dès que la paroi ne serait plus parfaitement sèche. Pour parer à cet in-

convénient, et pour empêcher que la profondeur jusqu'à laquelle les doigts sont plongés ne varie, il est convenable que les mains trouvent un point d'appui pendant l'effort musculaire. Je le leur procure de la manière suivante.

Pour cet essai, comme pour tous ceux où le courant doit être dérivé de deux doigts, les vases digitaux sont placés sur le bord d'une table, de manière que les plateaux conducteurs s'y trouvent sur une surface parallèle à ce bord. Au moyen d'étaux d'une forme particulière, on place devant le front des vases une tige de bois ronde, de $48^{mm}$ de longeur et de $32^{mm}$ de diamètre. L'axe de la tige se trouve également parallèle au bord de la table, à une faible hauteur au-dessus de celui des vases, et à une distance telle, que si l'on s'imagine que les vases cylindriques fussent plongés dans le sens de la hauteur, leur contour serait précisément en contact avec celui de la tige. Celle-ci peut-être tournée autour de son axe avec un faible frottement. On se met à la table, on saisit la barre des deux mains, et, pendant qu'on la tourne dans sa moitié supérieure en un sens opposé à sa propre personne, on plonge les index dans les vases de manière que les extrémités en touchent le fond. Les deux derniers doigts plongent aussi dans la solution. A mon avis, ainsi qu'à celui des nombreuses personnes qui ont fait cette expérience sous ma direction, on se trouve dans la position la plus commode pour soumettre les divers groupes musculaires du bras à la plus violente tension que permet la pose du bras, sans courir le moindre risque de changer la profondeur à laquelle plongent les doigts ou de toucher les vases conducteurs avec de nouveaux points de la main.

Dans cette nouvelle manière d'opérer, malgré la plus grande résistance du circuit, l'effet produit sur l'aiguille n'est pas beaucoup plus petit que lorsqu'on opère des deux mains, à cause de ce que cet arrangement a de favorable pour le déploiement des forces musculaires des bras. La déviation dans chaque direction atteint 40 à 50°. Cette forme de l'expérience est encore de beaucoup la plus commode, en tant qu'elle ne nécessite pour la dérivation du courant pas autre chose que les vases conducteurs ordinaires, et en tant qu'il est beaucoup plus facile de maîtriser les inégalités de deux doigts, que celle des deux mains dans toute leur étendue. Ce mode d'expérience s'approprie donc parfaitement à l'étude plus intime du phénomène, et c'est celui qui sera implicitement désigné lorsque, par la suite, il ne sera pas indiqué de quelle manière s'est faite la dérivation du courant par le tétanos volontaire.

Dans la dérivation faite de points symétriques de la peau, lorsque les muscles sont également tendus des deux côtés, l'équilibre de l'aiguille ne devrait pas être troublé. Mais c'est ce qui n'arrive que rarement et pour fort peu de temps. Le plus souvent après quelques vacillations de l'aiguille, les muscles de l'un ou de l'autre côté deviennent prédominants.

Nous n'avons parlé, jusqu'à présent, que de mouvements dus au tétanos volontaire de membres humains. En fait on ne réussit pas à tenir les muscles tendus avec une force suffisante, et assez longtemps pour que l'aiguille demeure en équilibre sans une déviation constante. Voici un phénomène frappant. Si, dans le mode d'expérience que nous venons de décrire, on opère sur des points symétriques du corps, on ne voit pas, comme on

devait s'y attendre, l'aiguille dévier par la tension, traverser le zéro et indiquer de l'autre côté les déviations que le courant a sous l'influence du tétanos volontaire, mais l'aiguille demeure du côté où elle avait été déviée, et ne revient que successivement et lentement au zéro.

On ne peut expliquer cet effet autrement qu'en admettant que le courant produit par le tétanos survit un peu à la contraction proprement dite. A en juger d'après ce qui se passe sous le rapport électrique dans la tétanisation des muscles de la grenouille, il doit en être réellement ainsi, si le courant qui accompagne le tétanos volontaire des membres humains peut être considéré comme l'expression de l'oscillation négative du courant musculaire de ces membres ; car, comme je l'ai déjà montré ailleurs, après chacune des impulsions négatives, d'une valeur inconnue, dont se compose l'oscillation négative, le courant musculaire ne se relève pas à la hauteur antérieure, mais descend au contraire après chaque impulsion. Lorsque le tétanos a cessé, le courant ne revient pas subitement, mais successivement, à la force qui lui appartient dans l'état de relâchement des nerfs. Je nomme ce phénomène, l'influence *postérieure* de la contraction sur le courant musculaire. Pour mesurer clairement cette influence, on procède de la manière suivante. Entre les vases conducteurs où l'on plonge les points symétriques du corps, on ferme le circuit du multiplicateur par un conducteur dérivant assez bon pour que les actions électromotrices du corps y passent en entier, de manière par conséquent à ne pas exercer d'action sur l'aiguille. En détachant ce conducteur au moment convenable, on reconnaît la direction du courant propre.







Après qu'il est rétabli et que l'aiguille est revenue au repos, on tend les muscles du côté où le courant produit par cette tension a une direction opposée à celle du courant propre. Après avoir continué quelque temps la tension, on la cesse subitement, et on enlève de nouveau immédiatement le conducteur secondaire. On trouve alors une déviation dans la même direction que si l'on eût exclusivement tétanisé les muscles, en l'absence du conducteur.

A circonstances égales, l'amplitude est d'autant plus forte que le tétanos a duré plus longtemps, et qu'après sa cessation, le conducteur a été plus rapidement éloigné. Dans les conditions les plus favorables, elle peut devenir si grande qu'elle cède à peine à celle qui est due à la tension exclusive des muscles en l'absence du conducteur secondaire.

Les expériences décrites ici ne sont pas les plus faciles de celles qui appartiennent à ce sujet. Pour que l'action électro-motrice dans le tétanos volontaire ressorte avec une clarté qui porte la conviction, maintes conditions doivent être réunies ; elles ne sont nullement également aisées à obtenir. Admettant qu'on se soit mis en possession de tout ce qui facilite l'essai, des vases conducteurs avec leurs plateaux, et qu'on ait acquis une pratique convenable de leur usage, admettant encore que les difficultés qui proviennent des courants de la peau aient été surmontées, il s'agit encore surtout de deux choses.

Il faut d'abord disposer de muscles vigoureux et exercés. Dans les formes de l'expérience où l'on dérive le courant de points symétriques, il faut veiller à ce que le tétanos volontaire reste réellement exclusif. Cela ne réussit pas à tout le monde au premier essai. Chacun

n'arrive pas de suite à la faculté de tenir ses muscles en une tension volontaire persistante, sans avoir eu une action déterminée, ou un obstacle extérieur à surmonter; sans compter qu'il faut limiter à volonté, cette tension à l'un ou l'autre côté. Cependant l'expérience a réussi, sous ma direction et avec mes appareils, à plus de cinquante personnes de tout âge et de tout sexe.

Secondement, ces expériences réclament une sensibilité extrême du multiplicateur. Les instruments usuels pour les courants hydro-électriques de 1800 à 3000 tours ne suffisent pas. Le multiplicateur pour le courant musculaire, avec ses 4650 tours, sur lequel j'observai pour la première fois le phénomène en 1845, ne me donne pas plus de 5° à 7° de déviation. Le multiplicateur, que j'ai décrit et qui m'a servi pour le mouvement nerveux avec 24,160 tours, possède seul la sensibilité suffisante pour rendre commodément visibles les actions délicates qu'il s'agit ici d'apercevoir.

Soit pour mettre d'autres à même de répéter l'expérience avec plus de facilité, soit pour la poursuivre moi-même plus commodément dans diverses directions, j'ai cherché par plusieurs voies, mais sans grand succès, à changer l'expérience de manière à ce que le courant parût renforcé. J'essayai d'abord d'éliminer la polarisation des électrodes, en remplaçant les plaques de platine plongeant dans la solution saline par des lames de cuivre dans une solution d'acide sulfurique et d'oxyde de cuivre. Il ne se manifesta aucune augmentation dont il valût la peine de parler. Un autre essai pour obtenir cette augmentation repose sur la considération, quelque invraisemblable qu'elle soit, que tous les muscles d'un membre agissent comme électromoteurs de manière à donner dans le

même circuit des courants dirigés tous dans le même sens. La résultante de l'action de tous les muscles du bras, par exemple, est ascendante. Si l'on pouvait exclure de la tension les muscles à action descendante, la résultante serait manifestement plus grande. Et si l'on pouvait tendre d'un côté seulement les muscles à action ascendante, de l'autre seulement ceux à action descendante, on parviendrait à une augmentation considérable de la force du courant.

Malheureusement il n'est guère moins impraticable de trouver par l'expérience le groupe des muscles à action descendante, que de le déduire de l'observation de la structure et de la situation des divers muscles. On ne parvient même pas à tendre séparément le bras supérieur et l'inférieur avec la violence que réclame l'expérience, bien loin qu'on puisse tétaniser à volonté des muscles isolés. Tout ce qu'on peut faire sous ce rapport, consiste à tendre isolément les groupes de muscles dont la contraction opère certains mouvements, en faisant intentionnellement ceux-ci. Ces groupes sont dans le bras l'extenseur et le fléchisseur, les pronateurs et les supinateurs, etc. Il y a possibilité que, par une heureuse rencontre, le partage des muscles du bras en deux groupes antagonistes corresponde à peu près au moins à leur partage selon la direction de leur action, de telle sorte, par exemple, que tous les extenseurs unis agissent en un sens ascendant, tous les fléchisseurs en un sens descendant, ou l'inverse. Je cherchai donc à observer l'action électromotrice due à la tension de ces groupes isolés de muscles.

Cela réussit pour le groupe des fléchisseurs et des extenseurs, avec l'aide du procédé suivant. Si les premiers

seuls devaient être tendus, je me mettais dès l'abord dans une posture telle que le bras qui devait être soumis à la tension fût complétement ployé. Je cherchais à le ployer encore davantage, et je pressais en même temps de toutes mes forces la barre avec les doigts, excepté les index qui étaient plongés. On agissait d'une manière analogue lorsque les extenseurs devaient être seuls tendus. Mais relativement à mon but immédiat, le résultat fut nul en tant que, dans les deux cas, l'action se manifeste dans la même direction que lorsque les deux groupes sont tendus en même temps [1]. D'autres groupes de muscles ne peuvent être séparés de manière que le courant se puisse encore dériver avec certitude.

Une troisième voie pour obtenir une augmentation d'effet consiste à réunir plusieurs personnes pour exercer un effet commun, en colonne ou à l'exemple de la chaîne composée. L'arrangement en colonne est le plus avantageux lorsque la résistance du circuit du multiplicateur est plus grande que celle d'un homme, ce qui doit être de beaucoup le cas le plus fréquent. Cependant ce mode d'expérience, soumis à un examen plus attentif, ne répond pas à ce qu'on en attend.

Il faut d'abord remarquer que toutes les difficultés de l'expérience qui proviennent des inégalités de la peau, s'y multiplient en une proportion égale au nombre des personnes qui y prennent part. On ne peut évidemment pas l'éviter avec la chaîne composée. Avec l'arrangement en colonne, on pourrait imaginer que les personnes se tendissent leurs mains humectées, comme on le fait dans les expériences sur la décharge de la bouteille de Leyde. Mais cela ne réussit pas, puisque chaque chan-

[1] Année 1852, 15 mars, p. 120.



gement dans l'étendue ou l'intimité du contact de chaque paire de mains ne produit que des actions électromotrices relevant de la peau, comme nous l'avons reconnu. Il faut, au contraire, placer un vase à liquide conducteur entre chaque deux personnes, et il doit être procédé à la dérivation du courant en y plongeant dans ces vases les parties du corps en question, avec toutes les mesures de précaution que nous avons vu être nécessaires pour le cas d'une seule personne.

La seconde circonstance, qui nuit à cette méthode, a été découverte par mon ami, M. Kirchhoff, et par moi dans quelques expériences communes, qui avaient pour but de soumettre à l'épreuve la méthode. Lorsque unis en chaîne composée nous fîmes dévier l'aiguille, nous trouvâmes assez souvent un effet plus faible que celui que produisait ordinairement chacun de nous séparément. Cela est complétement incompréhensible si l'on n'admet pas une nouvelle cause explicatrice. Car il est facile de montrer que notre action commune aurait dû être plus faible que la plus forte de chacune des deux actions isolées, et qu'elle aurait dû être toujours plus forte que la plus faible de ces deux actions. Pour expliquer le résultat observé, je ne connais d'autre moyen que de supposer que, dans ces cas, les actions chez mon ami et chez moi n'étaient pas assez simultanées ou n'étaient pas suffisamment concordantes, de sorte que nous nous offrions réciproquement une augmentation de résistance dans le circuit du multiplicateur, et nous nous affaiblissions tout au moins plus par un circuit secondaire que nous ne nous renforcions par l'addition des forces partielles de nos courants. Quoi qu'il en soit, il doit paraître doublement douteux que l'union de plusieurs personnes

soit en colonne, soit en chaîne composée, fournisse réellement une voie sûre pour arriver à l'augmentation d'effet désirée. Par l'union de plusieurs personnes en colonne, on cherche encore à rehausser la force électromotrice par rapport à la résistance du circuit; mais dans la chaîne composée on vise déjà à la diminution de la résistance, en conservant une force électromotrice égale; ainsi ce mode de procéder conduit aux suivants, où le même but est poursuivi d'une manière plus immédiate, par la simple augmentation de la faculté conductrice de la partie du circuit la plus résistante, et dont la résistance est aussi seule susceptible d'être modifiée, je veux dire la peau.

Une précaution importante que nous pouvons rappeler ici, consiste, avant de plonger les mains dans le liquide conducteur, à les laver soigneusement avec du savon, puis à les exposer à l'eau et à ne les sécher que de manière que la peau soit encore humide quand elle pénètre dans la solution.

On peut encore diminuer la résistance de la peau en en élevant la température [1]. Il en résulte un mode heureux d'expérimentation. Avec une solution saline de 45° dans les deux vases digitaux, et par le tétanos volontaire d'un bras, j'ai fait dévier l'aiguille du multiplicateur, destiné au courant nerveux, de 60° à 70°, et celle du multiplicateur affecté au courant musculaire, de 10-12°.

La résistance de la peau est aussi diminuée, comme on s'en souvient, lorsqu'on l'humecte de liquides meilleurs conducteurs [2]. Je n'ai fait que peu d'essais à cet égard. Dans l'acide sulfurique étendu, de 1,061 de den-

[1] Année 1852, 15 mars, p. 114.
[2] *Idem.*



sité, si fréquemment mentionné, et avec des électrodes de même grandeur, l'effet me parut seulement un peu plus considérable que dans la solution saline. En se servant d'électrodes plus petits, il paraissait plus faible, mais lorsque j'introduisis alternativement dans le circuit constant d'un multiplicateur les grands électrodes plongeant dans la solution saline saturée, ou les petits plongeant dans l'acide sulfurique étendu, le mouvement final fut beaucoup plus considérable dans le premier cas que dans le second.

Je dirai encore, à cette occasion, que j'ai fait aussi l'expérience avec de l'eau de source, puis avec une solution de potasse, ainsi qu'avec une solution saturée d'acétate de soude. Dans tous ces liquides, le courant dû au tétanos volontaire se manifesta dans la même direction. Sa force ne manifesta aucune variation qu'on ne pût attribuer à la différence de résistance du circuit.

Il y a encore une manière d'amoindrir la résistance de la peau, qui consiste simplement à enlever complétement la pellicule supérieure. L'augmentation produite par ce moyen est très-considérable. Cette méthode ne jouira pas cependant d'un grand accueil auprès des personnes qui ne répéteraient l'expérience que pour leur plaisir, et l'on ne peut en tirer grand parti pour l'étude ultérieure du courant produit par le tétanos volontaire.

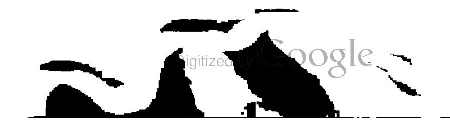
De petites blessures faites aux deux index, sont déjà une cause évidente d'augmentation du courant. Ce procédé est cependant nul, parce que la présence de ces blessures empêche l'aiguille de parvenir au repos, mais la fait dévier assez considérablement tantôt de l'un, tantôt de l'autre côté du zéro. Voici la forme que j'ai donnée en dernier lieu à cette expérience.

Pour enlever une plus grande étendue de la partie supérieure de la peau, je me servis, suivant l'exemple de Humboldt [1] dans une occasion semblable, de mouches espagnoles faisant vésicatoire. Je choisis pour lieu de la dérivation du courant ou de l'application des blessures, la surface dorsale du bras inférieur, précisément au-dessus de l'articulation de la main. La dérivation elle-même s'opérait de la manière suivante.

Je pris, pour chaque articulation de la main, deux vases semblables de gutta-percha. Chacun de ces vases avait la forme d'un chapeau ordinaire d'homme, rond, dont le fond aurait été enlevé. Le grand axe de l'ellipse à laquelle ressemble la section de la tête de ces vases à forme de chapeaux mesurait $33^{mm}$, le petit $20^{mm}$, la hauteur de la tête $62^{mm}$, la largeur du rebord $11^{mm}$. Ces vases, avec leurs rebords oints d'huile, furent placés sur la surface dorsale du bras inférieur à la place désignée, de sorte que le long axe de l'ellipse suivit la longueur du bras, et liés au moyen de ligaments particuliers qui tenaient les rebords fermement appliqués à la peau dans toute leur étendue. Si l'on tient les bras inférieurs parfaitement horizontaux, et les mains en pronation, la tête des vases est perpendiculaire, et s'ils ont été bien appliqués, on peut les remplir jusqu'au bord d'un liquide qui ne peut s'échapper entre la peau et le rebord. Ce liquide baigne les articulations de la main aussi librement que si elle y était plongée [2], et peut être facilement uni par un siphon avec les vases conducteurs ordinaires. Et pour ne pas risquer de le faire verser par les mouvements qui auraient pu accompagner la ten-

[1] *Gren's neues Journal der Physik.* 1795, vol. II, p. 119.

[2] Année 1855, 15 mars, p. 125.



sion musculaire, je me servais encore de l'appui de la tige qui a été déjà décrite et que je saisissais des mains, comme s'il s'agissait de faire l'expérience ordinaire.

J'essayai d'abord, en laissant la peau intacte au fond des vases, quel effet produirait sur l'aiguille le tétanos volontaire d'un bras. Le liquide dans les vases était une solution saline, saturée. L'effet fut ascendant mais remarquablement faible, n'atteignant que 2° à 3° de chaque côté, seulement peut-être à cause de la plus grande résistance de la peau, peut-être aussi à cause de la situation désavantageuse des points de dérivation par rapport à l'arrangement des muscles.

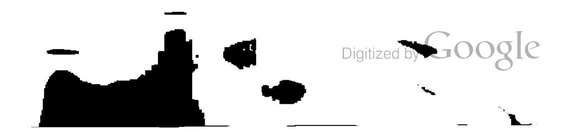
Le soir du jour où j'avais fait cette expérience, j'appliquai les mouches espagnoles aux places de la peau qui formaient le fond des vases. Ces vésicatoires correspondaient, quant à leur forme, à la section de la tête des vases articulatoires, en étant cependant un peu plus petits. Deux vessies s'étaient formées le matin suivant; elles furent ouvertes et la peau supérieure en fut enlevée. Les vases furent appliqués de manière que les blessures en occupassent le fond, et furent remplis de solution saline, étendue cette fois dans un égal volume d'eau. La peau était enduite de collodium autour des blessures. Le circuit était donc établi comme le jour précédent avec cette seule différence qu'un liquide, moins bon conducteur, était en contact avec une place plus petite, mais cette place était par contre dégagée de la peau supérieure. Les blessures agirent si également que l'aiguille se rapprocha beaucoup du zéro. Mais à peine eussé-je tendu les muscles d'un bras, qu'elle se mut dans la direction ascendante, jusqu'à 65°. Le même cas se présenta avec l'autre bras. Chaque bras fut tétanisé trois fois, et chaque fois avec le même résultat.

Mais, lorsque après plusieurs semaines, les blessures furent de nouveau guéries, de sorte que des places rouges en désignaient seules la place, je répétai l'expérience avec le même succès.

Je ne donne pas cette expérience pour une réponse à la question dont la solution nous occupe maintenant, c'est-à-dire de trouver un moyen commode de renforcer le courant dû au tétanos volontaire. Cependant le fait certain que par la suppression de la peau supérieure le courant est renforcé, est un fait important pour nous dans la suite.

Il restait encore un autre moyen de rendre ces expériences plus abordables, c'était d'échanger le multiplicateur contre son émule en sensibilité, la cuisse de grenouille. Ce moyen devait être d'autant moins négligé, qu'il eût été d'ailleurs important d'apprendre à connaître la manière de se comporter de la cuisse de grenouille qui mesure le courant durant le tétanos volontaire. Mais nos efforts pour atteindre ce but sont malheureusement restés sans résultats.

Les formes d'expérience que je tentai furent d'abord les doigts, les mains ou les pieds plongés dans les vases qui leur correspondaient. Au lieu des extrémités métalliques du multiplicateur, des bourrelets revêtus d'une pellicule de blanc d'œuf plongeaient dans les vases conducteurs et étaient surmontés du nerf d'épreuve. Dans l'expérience faite avec les pieds, la solution saline saturée, servant de liquide conducteur, était réchauffée. Puis je plaçai la cuisse de grenouille entre la langue et une blessure qui se trouvait sur la surface dorsale de l'articulation de la main, ou entre deux de ces blessures. Enfin, n'étant alors pas encore en possession des vases articula-



toires, et doutant si entre les deux blessures, ou si entre la langue et la blessure, circulait réellement un fort courant au moment de la contraction, je m'appliquai encore au même bras deux vésicatoires, le premier au-dessus de la section longitudinale naturelle du *supinator longus* et de l'*extensor carpi radialis longus*, l'autre au-dessus de la section transversale naturelle inférieure du *triceps brachii*. Je fermai le circuit entre les blessures tantôt avec la cuisse de grenouille, tantôt seulement avec son nerf, en rapprochant tellement l'un de l'autre les deux bourrelets communiquant avec les blessures et humectés de la solution saline, que le nerf pouvait franchir de l'un à l'autre l'espace intermédiaire.

Dans aucun de ces cas il ne se manifesta cependant jamais la plus légère secousse de la cuisse qu'on pût attribuer à l'effet d'un courant. Si l'on suppose que les secousses isolées volontaires des membres humains ont la même vitesse que les secousses électriques des muscles de la grenouille, et que le tétanos volontaire soit d'une nature aussi saccadée que le tétanos électrique, ce manque de succès s'expliquerait simplement par le fait que les courants n'avaient pas la force suffisante pour exciter des secousses. Rien ne prouve non plus qu'ils atteignent cette force, c'est-à-dire qu'ils puissent, s'ils sont continus, égaler le courant nerveux qui pousse l'aiguille du multiplicateur jusqu'à l'arrêt, et peut encore, dans les conditions les plus défavorables, exciter une secousse.

Mais même les deux premières suppositions ne sont point bien solidement établies. D'abord on se convainc soi-même facilement que les secousses volontaires isolées n'ont pas la même rapidité que les électriques. Secondement la contraction est certainement aussi discontinue



par sa nature. Mais c'est une question douteuse si, dans le tétanos volontaire comme dans l'électrique, tous les muscles se contractent et se relâchent en même temps, ou bien plutôt, comme le tremblement du membre tendu semble l'indiquer, si les maxima de contraction d'un groupe de muscles coïncident avec les minima d'un autre. Cela pourrait avoir pour conséquence que la courbe de la force du courant musculaire rapportée au temps, perdrait pendant le tétanos, en tout ou en partie, la forme ondulée qui lui est propre. En effet, les deux courbes ondulées qui proviennent chacune d'un groupe différent de muscles, peuvent se combiner de telle façon que l'élévation de l'une compense l'abaissement de l'autre, et que par conséquent il y ait une courbe uniforme pour le tétanos volontaire.

Dans de telles circonstances, il est doublement explicable qu'on ne réussisse pas au moyen des procédés d'expérience dont nous venons de parler, à tirer des membres humains une secousse secondaire, ou un tétanos secondaire. Mais il devient en même temps nécessaire de tenter un autre mode d'expérience. Le nerf de la grenouille doit être introduit dans le circuit par des places symétriques de la peau, de manière à ce qu'on puisse rapidement établir et rompre celui-ci au moyen d'un crochet de cuivre amalgamé plongé dans du mercure, ou au moyen de bourrelets qui complètent le circuit. Après qu'on s'est assuré que la cuisse de grenouille est en repos, on tend les muscles exclusivement d'un côté et on ferme et ouvre le circuit plusieurs fois de suite. C'est ainsi que j'ai souvent tenté cette expérience, mais toujours sans succès.

---



Je passe maintenant à la discussion des faits exposés jusqu'ici. Je les conçois de la manière suivante. Dans le tétanos volontaire, le courant est l'oscillation négative du courant musculaire des membres. Ce courant est ascendant dans les bras et les jambes et dans leurs subdivisions. Dans les mêmes conditions le courant des muscles relâchés est donc descendant. A cause de la couche *parélectronomique*, l'action positive des muscles dans le repos est beaucoup plus faible que ne l'est leur action négative dans la contraction. Leur action descendante dans le repos disparaît donc complétement à côté de la forte action ascendante qui provient de la peau. Mais comme cette dernière persiste dans la contraction, l'action négative plus forte des muscles peut se faire sentir dans la direction ascendante. Telle est l'analyse pour le cas où la dérivation s'opère de places non symétriques de la peau. Si ces places sont symétriques, les courants de la peau cessent, et les courants des muscles relâchés des deux moitiés du corps se tiennent en équilibre. Lors du tétanos volontaire des muscles d'un côté, le courant se tourne de ce côté et devient plus fort dans la direction négative qu'il ne l'était auparavant dans la positive. Au lieu de continuer à maintenir l'équilibre du courant de l'autre côté, il s'ajoute à lui et il naît un mouvement dans le sens du courant des muscles non tétanisés.

Dans le tétanos volontaire, si le courant doit être l'expression de l'oscillation négative du courant musculaire, il faut qu'il soit indépendant, quant à sa direction, de la nature du liquide conducteur. Il en est ainsi, par le fait. Le courant, comme nous l'avons en effet trouvé, devra devenir d'autant plus fort que les muscles seront plus vigoureux et que, dans le cas de la dérivation faite

sur des points symétriques de la peau, la contraction sera plus violente, plus soutenue et plus limitée à la seule moitié du corps qu'on veut soumettre à la tension. Le courant deviendra, comme nous l'avons aussi trouvé, d'autant plus fort que la peau supérieure sera meilleure conductrice, soit naturellement, soit par élévation de la température, ou par le contact de liquide bons conducteurs. La suppression de la peau supérieure doit surtout en augmenter considérablement la force, comme nous l'avons aussi trouvé.

Enfin le tétanos volontaire manifeste aussi, comme cela doit être, son influence sur le courant. Cette influence paraît, il est vrai, plus grande que celle qui se manifeste quand on opère par le nerf la tétanisation électrique de muscles isolés de grenouille. Il ne faut pas cependant oublier que, tandis que la force de l'influence croît avec la force et la durée de la contraction, le produit des deux facteurs peut être plus considérable quand les muscles sont tétanisés dans le corps vivant par la volonté, que lorsque, séparés du reste du corps, ils le sont électriquement par le nerf. On se rapproche beaucoup plus de la première valeur du produit, en tétanisant immédiatement ces muscles par des courants alternatifs. Et on obtient, ainsi que je le montrerai ailleurs, un effet si prononcé qu'on peut le comparer à celui qui se manifeste dans le corps humain vivant. Il est possible aussi que cette influence soit plus énergique dans les muscles d'animaux à sang chaud que dans ceux d'animaux à sang froid.

Quant au courant propre des doigts et des mains, j'ai déjà émis, dans mes précédentes recherches, la supposition qu'il peut être l'expression d'une différence dans les



courants musculaires des deux bras, différence qui serait elle-même produite par un développement inégal de la couche parélectronomique. Mais nous avions fait dépendre l'admission de cette supposition d'une condition dont il devait être question plus loin. Cette condition est que le courant des doigts et des mains manifeste toujours la même direction, et repose sur ce que le courant, dans le tétanos volontaire des bras, et dans le cas de dérivation par les doigts et par les mains, a une seule direction. Je ne puis dire encore avec certitude si cette condition a été remplie dans la réalité; l'admission de cette supposition doit donc rester encore suspendue.

Les choses étant ainsi, on voit que le courant dans le tétanos volontaire peut être considéré naturellement comme l'expression de l'oscillation négative du courant musculaire. Il est donc vraisemblable au plus haut degré qu'il l'est en effet, et avec d'autant plus de raison qu'il serait étonnant que l'oscillation ne devînt pas visible dans le corps humain, de cette manière, dans l'une ou l'autre direction, d'autant plus, encore, qu'il n'est aucune action connue ayant lieu en même temps que la contraction, à laquelle on puisse attribuer le mouvement de l'aiguille. Ainsi donc, pour douter que ce mouvement provienne de l'oscillation négative du courant musculaire, il faut d'abord nier qu'il y ait une action, dont la manifestation cependant est hautement vraisemblable. Il faut en outre nier cette action, quoiqu'il y ait production d'une action qui s'accorde suffisamment avec celle qu'on devait attendre. Il faut troisièmement chercher une hypothèse en l'air, pour ne pas laisser sans cause cette action, dont l'existence est patente et qui demeurerait dès lors tout à fait inexplicable.

Je m'en serais tenu pour ma part à ces résultats. Mais quelques physiciens qui ne croient pas pouvoir pousser la prudence assez loin en ce qui concerne les travaux d'autrui, ont trouvé ici encore des difficultés que la juste considération dont ils jouissent ne me permet pas de négliger.

Dans l'expérience décrite plus haut, où, avec le tétanos d'un bras, le courant était dérivé des deux mains ou de deux doigts des deux mains, l'Académie a facilement reconnu celle que je lui communiquai, il y a déjà quatre ans, avant que j'eus l'honneur de lui appartenir, en m'énonçant comme suit :

« Lorsque l'on met d'une manière appropriée les deux mains en communication avec les extrémités du multiplicateur, et qu'on contracte les muscles d'un bras, il se manifeste un mouvement de l'aiguille qui indique dans ce bras un courant ascendant [1]. »

Peu après, sur l'avis de M. de Humboldt, j'ajoutai quelques explications dans un mémoire imprimé dans les Comptes rendus de l'Académie de Paris [2]. A la suite de cet écrit, plusieurs savants essayèrent de constater mon assertion. Mais ils négligèrent généralement de s'informer d'abord, comme ils l'auraient dû, de mes méthodes et de mes résultats antérieurs. Aussi leurs tentatives échouèrent-elles pour la plupart, et leurs discussions sur cet objet demeurèrent-elles sans valeur.

Quelques-uns, par exemple, ont cru améliorer mes directions sur la manière de procéder dans l'expérience, en saisissant les extrémités de platine du multiplicateur

[1] Année 1848, 6 octobre, p. 362.
[2] 21 mai 1849, tome XXVIII, p. 641.





immédiatement avec les doigts ou les mains qu'ils avaient humectés auparavant d'une solution saline. Laisse-t-on alors l'aiguille se mettre au repos, et tend-on les muscles d'un bras, on aperçoit, il est vrai, une déviation qui indique dans le bras tendu un courant ascendant. Mais ce courant est beaucoup plus fort que celui qu'on obtient par le tétanos volontaire, car il fait dévier jusqu'à 50° l'aiguille du multiplicateur pour le courant musculaire ; et il est facile de montrer, comme je l'exposerai ailleurs, qu'il doit son origine uniquement à la pression exercée sur l'électrode, et qu'il n'a rien de commun avec les muscles.

De telles illusions ne pouvaient naturellement demeurer longtemps cachées. Mais, comme la répétition de mon expérience de la manière que j'avais indiquée ne réussit à personne, l'impression générale que laissèrent ces discussions dans le monde scientifique fut que, comme tant d'autres avant moi l'avaient éprouvé dans cette sphère, je m'étais laissé tromper par quelques actions électromotrices parfaitement étrangères au corps humain.

Cette opinion dut changer lorsqu'au printemps de 1850 je séjournai à Paris avec mes instruments, et que je fournis à une commission de l'Académie de cette ville l'occasion de se convaincre de l'exactitude de mes assertions. Tandis que des tentatives infructueuses faites par eux avaient conduit deux membres de cette commission à la mettre en doute [1], cette exactitude fut reconnue avec une louable sincérité dans un rapport composé par M. Pouillet [2]. Et maintenant, après qu'au printemps de

[1] *Comptes rendus, etc.*, 28 mai 1849, tome XXVIII, p. 653.

[2] *Comptes rendus, etc.*, 15 juillet 1850, tome XXXI, p. 28. — Ce mémoire laisse en général dans le doute, si les courants électri-



l'année actuelle, grâce à l'entremise de MM. Bence Jones et Faraday, j'ai pu répéter ces expériences à Londres devant de nombreux savants, il n'y aura plus guère que M. Pacini, à Florence, qui donne pour *una pura illusione*[1], l'assertion que, dans le tétanos volontaire, le corps humain éprouve un changement de son action électromotrice qu'on ne peut attribuer à aucune cause ordinaire provenant des électrodes, de la peau ou du liquide conducteur.

A la limite de l'électrode, il ne peut y avoir, avec ma manière de procéder, qu'un seul changement qui puisse exercer une action électromotrice, c'est l'ébranlement par le tremblement inévitable du membre tendu. Mais l'ébranlement de la plaque négative de deux électrodes chargés produit, comme cela est connu, le renforcement du courant primitif dans le circuit duquel la paire d'électrodes est introduite. L'ébranlement de l'électrode positif reste sans action. Cela ne peut donc être la cause du mouvement dans mon expérience, dont la direction change avec le bras qui est tétanisé volontairement. J'ai trouvé, en outre, que les plateaux conducteurs, dans le cas où les index plongent dans les vases conducteurs, peuvent encore être ébranlés beaucoup plus fortement

ques animaux ne proviennent pas d'actions chimiques extérieures et s'exprime dans le sens de l'hypothèse chimique sur l'origine du courant galvanique, jugement qui, ainsi qu'on le voit, mettrait complétement en question toute signification plus profonde des phénomènes. Mais pour apprécier convenablement l'importance qu'on doit donner à ce jugement, il faut savoir qu'il n'est fait aucune mention de mon ouvrage allemand. Cela explique quelques erreurs de faits assez graves qui se sont glissées dans le mémoire.

[1] Sulla struttura intima dell' organo elettrico del Gimnoto, etc. Firenze, 19 Settemb. 1852, p. 32. Not



qu'il n'arrive jamais avec le tétanos volontaire, sans qu'on aperçoive la moindre action électromotrice ; c'est même le cas lorsque les deux vases, unis par le tube qui ferme le circuit, sont introduits dans le circuit du multiplicateur pour le courant nerveux, et d'une chaîne d'acide-alcali qui maintient constamment l'aiguille à environ 50°. C'est dire qu'au-dessous d'une certaine limite de force de polarisation, les dépôts adhèrent assez fermement au platine pour ne pouvoir plus être détachées par un pur ébranlement.

On peut montrer aussi facilement que le courant dans le tétanos volontaire ne provient pas des légers mouvements du membre plongé qui, malgré les mesures prises, ne peuvent jamais être complétement évités, et sont la seule circonstance d'action électromotrice dont on puisse faire mention ici. Comment pourrait-il arriver que les mouvements dus à cette cause eussent toujours la même direction dans la tension d'un seul et même bras ? D'ailleurs, si l'expérience est faite de la manière que j'ai recommandée, on peut mouvoir les doigts dans le liquide, les élever et les abaisser dans de certaines limites, autant que l'on veut, sans produire le moindre mouvement de l'aiguille.

Il ne peut donc plus être question de cette espèce d'objections à l'expérience, pas plus que de celle qu'on a souvent répétée, qu'on ne peut imprimer de secousse à la cuisse de grenouille par le prétendu courant suscité par le tétanos volontaire.

Les personnes qui s'occupèrent de la répétition de mon expérience, observèrent, en effet, le plus souvent au multiplateur une confusion de mouvements. Leurs instruments étaient trop peu sensibles pour faire aperce-

voir le résultat que j'avais indiqué. Mais leurs manières de procéder étaient en même temps assez grossières pour faire de l'aiguille le jouet d'une foule de fortes actions secondaires qu'ils n'avaient pas su prévenir, quoiqu'ils aient ensuite bien pénétré leur nature, en tant qu'essentiellement produites par des inégalités dans les extrémités métalliques du multiplicateur. Pour s'en assurer, ils avaient recours à la cuisse de grenouille, qui peut être introduite dans le circuit sans l'usage des métaux, présumant qu'elle surpassait tout multiplicateur en sensibilité pour les courants galvaniques. Moi-même j'avais abordé l'idée de m'en servir, puisque déjà longtemps avant mon mémoire à M. de Humboldt, auquel se rattachent mes premières tentatives pour constater mes données, j'avais tenté, quoique inutilement, les expériences avec les vésicatoires que j'ai décrites plus haut.

Ces personnes n'obtenant naturellement aucun résultat de l'application de ce moyen de mesurer le courant, elles en concluaient que les actions observées au multiplicateur étaient de pures illusions. Jusque-là la conclusion était juste, parce que la cuisse de grenouille surpassait probablement de beaucoup, ou, dans tous les cas, égalait en sensibilité leurs multiplicateurs : elle aurait dû indiquer les mêmes courants, si ceux-ci n'eussent résulté simplement de l'introduction défectueuse de métaux dans le circuit. Mais, lorsque ces personnes allant plus loin soutiennent que, parce qu'elles n'avaient rien obtenu par l'emploi de cet indicateur animal, mes expériences faites avec le multiplicateur devaient aussi être erronées, le multiplicateur ne pouvant indiquer de courant là où la cuisse de grenouille est muette, ils arrivent à une conclusion fausse, puisqu'un courant, le courant nerveux,



par exemple, qui ne produit de secousse que dans les circonstances les plus favorables, fait cependant dévier l'aiguille encore jusqu'au point d'arrêt dans les instruments qui ont été construits d'après mes indications.

Mes multiplicateurs sont donc beaucoup plus sensibles pour les courants galvaniques que la cuisse de grenouille, et celle-ci pleinement incompétente dans les questions qui appartiennent à cette sphère. Elle n'est pas là pour contrôler le multiplicateur qui, manié judicieusement, n'en a pas besoin, mais pour en compléter les données au point de vue de l'écoulement graduel des courants; et c'est pour en obtenir quelque information sur la nature certaine ou discontinue du courant que nous y avons recouru plus haut.

Ce sont des vérités reconnues, à ce que je crois, par la portion la plus sérieuse de mes adversaires. Il ne s'agit plus, à leurs yeux, de l'existence du courant dans le cas du tétanos volontaire. Cette existence est admise et il ne s'agit que de l'interpréter. Quoiqu'il n'y ait rien eu de publié à cet égard, des conversations et des correspondances nombreuses me mettent en état de résumer de la manière suivante les objections qui m'ont été faites.

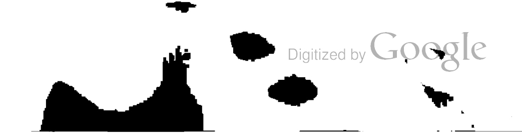
Premièrement, j'entends exprimer la crainte que le courant dans le tétanos volontaire ne provienne non des muscles, mais de quelque changement électromoteur de la peau, agissant d'une manière médiate, changement sur la nature duquel on avance diverses conjectures. Les uns supposent une origine thermo-électrique au courant, due à l'élévation de température qui suit la contraction. D'autres s'attachent à l'action électromotrice qui pourrait être une suite de l'hyperhémie de la peau causée par

le tétanos. D'autres, enfin, inclinent pour une augmentation dans la sécrétion de la transpiration dans le membre tendu.

Secondement, pour plusieurs savants qui ne s'attachent pas à ces scrupules, c'est encore une pierre d'achoppement que l'action électromotrice dans le tétanos des membres humains soit ascendante, tandis qu'elle est descendante dans les jambes de la grenouille.

Quant aux hypothèses qui cherchent dans la peau la cause du courant, on peut remarquer, en général, que je n'ai pas pu y répondre dès l'abord par la circonstance que le courant montre une même direction dans les divers liquides conducteurs; car nous avons appris à connaître, dans le cours de ces recherches, plusieurs actions électromotrices qui appartiennent décidément à la peau et qui conservent cependant une même direction dans les divers liquides conducteurs.

Quant à l'hypothèse thermo-électrique en particulier, les courants dus à la température de la peau de l'homme que j'ai décrits dans mon travail précédent lui offrent une base qui lui manquait complétement auparavant, de telle sorte que le premier coup d'œil lui est favorable. De 0° à 30° C. le rapport entre la place de la peau la plus chaude et la plus froide est négatif. Le doigt du bras tétanisé est réchauffé ; il est donc naturel, peut-on dire, qu'il se comporte négativement à l'égard du doigt qui est demeuré en repos ou froid. Mais, premièrement, il est impossible que la tension des muscles du bras soit suivie en moins d'une seconde d'une augmentation de température de la peau des doigts, ainsi que la tension des muscles de la cuisse, du réchauffement de la peau du pied. Secondement, le développement de calorique



dans les muscles, lors de la contraction, est beaucoup trop faible pour que l'augmentation de température de la peau, si elle a réellement lieu, puisse déjà produire un courant thermo-électrique de quelque force. Troisièmement, l'explication ne concorde pas avec la forme de l'expérience, dans laquelle, tandis que tous les muscles des bras sont tendus, on dérive du doigt et du coude le courant du bras inférieur ; car, dans ce cas, d'après la théorie thermo-électrique le doigt devrait devenir plus chaud que le coude, tandis qu'on devrait supposer le contraire (s'il faut nécessairement faire l'une des deux hypothèses). Quatrièmement enfin, l'explication cesse de s'accorder avec l'expérience, si l'on fait celle-ci à une température supérieure à 30° C. Dès lors, dans le tétanos volontaire, si le courant était un courant thermo-électrique, il devrait changer sa direction en une direction inverse, car au-dessus de 30° C. la place la plus chaude de la peau se comporte positivement à l'égard de la plus froide. Mais au lieu de changer, il augmente de force dans la même direction, vu que la même direction de la peau supérieure diminue.

Cela suffit pour réfuter l'hypothèse thermo-électrique. Quant à celle de congestion, c'est, il est vrai, un fait qu'une violente contraction locale produit une hyperhémie du membre tendu. Mais, pour amener cet état sensible, il faut un peu plus que l'effet exigé pour le succès de mon expérience. Il est difficile de maintenir que la tension des extenseurs de la cuisse inférieure soit suivie instantanément de l'hyperhémie de la peau du pied, et que, dans la tension de tous les muscles du bras, la peau des doigts soit plus fortement injectée de sang que celle du coude. Du reste, il est très-facile de produire une beaucoup plus

grande différence dans l'état de congestion des deux mains que celle qu'on obtient, si tant est qu'il y en ait une, par la tension de tous les muscles d'un bras. Tandis que l'une des mains pend le long du corps, on n'a qu'à tenir l'autre pendant quelque temps au-dessus de la tête. Celle-ci devient blême et perd son sang, tandis que l'autre se remplit de sang et devient pourpre. Je me suis assuré que cette différence, dans l'état de congestion des mains, ne produit aucune action électromotrice sensible. Tandis que les deux index plongeaient dans les vases digitaux, au moyen d'un tourniquet à vis fait dans ce but, j'ai serré la première articulation d'un index de manière à faire rougir violemment et enfler la partie du doigt inférieure à ce membre, tellement que l'empreinte de la pression demeura visible plusieurs heures après. L'aiguille demeura en repos, quoique la différence dans l'état de congestion des bras fut évidemment de beaucoup supérieure à celle que peut produire le tétanos volontaire. Mais, lorsque le tourniquet étant appliqué, je tendais les muscles d'un bras, le mouvement se produisait de suite comme à l'ordinaire, quoique évidemment la circulation du sang de la partie inférieure ne puisse subir aucun changement provenant d'une influence de la partie supérieure. J'obtins d'ailleurs un résultat parfaitement semblable, dû à l'application d'un véritable tourniquet au bras supérieur qui fit cesser les pulsations de la *v. radialis*.

J'espère avoir écarté par ces expériences l'hypothèse de congestion. L'opinion que le courant, dans le tétanos volontaire, provient d'une transpiration subite du membre tendu, doit son origine à M. Becquerel père. Pour la soutenir, M. Becquerel me dit que, pendant que



che de courant plutôt que sur celle d'un courant principal? alors la résistance de la peau supérieure, une fois supprimée, la force du courant ne devrait-elle pas diminuer au lieu d'augmenter? Enfin et surtout, le résultat de la première épreuve immédiate qui a été exposée au commencement du travail actuel est en désaccord avec l'hypothèse de la transpiration. La place de la peau qui transpire plus fortement ne se comporte pas négativement mais positivement à l'égard de celle qui ne transpire pas, ou qui transpire moins. Dans le tétanos volontaire, le courant devrait donc, pour que l'hypothèse de M. Becquerel fût admissible, avoir une direction opposée à celle qu'il a en réalité.

On voit donc qu'aucune des trois suppositions qui font provenir le courant dans le tétanos volontaire d'un changement électromoteur de la peau n'est pas soutenable. C'étaient les seules qui méritassent d'être faites avec une apparence de justesse, en tant que, dans d'autres circonstances, elles se trouvent réalisées. Je ne vois pas quel autre changement de la peau on pourrait encore imaginer pour expliquer le phénomène qui nous occupe. Mais je puis avancer certaines conditions qui doivent être remplies avant qu'on puisse parler du changement de la peau comme de la cause possible du courant dans le tétanos volontaire.

Premièrement, le changement de la peau dans la contraction doit apparaître chez tous les hommes avec une régularité qui ne fasse jamais défaut et proportionnellement à la capacité mécanique des muscles. Il doit subsister après la contraction avec une force diminuant graduellement. Il doit rendre la peau plus négative dans tous les liquides conducteurs, tandis que tous les changements électromo-



teurs de la peau déjà connus la rendent beaucoup plus positive. Il doit appartenir au derme même, en sorte que l'épiderme présente aussi une résistance à l'établissement du courant produit par le changement. Il doit être opéré uniquement par l'intermédiaire des nerfs, et accompagner la tension des muscles d'un membre dans une étendue et avec une rapidité telle qu'il soit instantanément produit dans la peau du pied par la simple contraction des extenseurs de la cuisse inférieure.

Généralement enfin, les places de la peau les plus inégales doivent subir de la même manière ce changement hypothétique ; car, dans le tétanos volontaire, on détermine le courant aussi bien par la dérivation des plantes que des paumes des mains ; on limite la dérivation à l'une de ces faces en enduisant l'autre de collodium. La peau des doigts doit cependant éprouver, lors de la contraction des muscles, un changement plus fort que celle du coude, pour que le courant ascendant s'effectue dans le bras inférieur. Mais il ne faut pas généraliser cette condition au point que les places de la peau éprouvent un changement d'autant plus fort qu'elles sont déjà plus négatives ; car alors, en tenant plongée la paume de la main dans un vase et la plante dans l'autre, en tendant en même temps les deux bras, le courant devrait être ascendant dans les bras du dernier côté. Mais il est aussi souvent descendant qu'ascendant, précisément comme si les deux mains étaient plongées de la manière ordinaire.

Je crois qu'on cherchera vainement à imaginer un changement électromoteur qui satisfasse à ces conditions. Ce qu'il y a de mieux à faire est de chercher avec moi l'origine du courant dans les muscles, ce qui, ainsi qu'on le sait déjà, met un terme à toutes les difficultés.



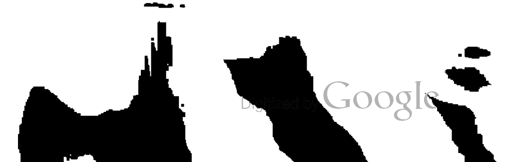
Sans avoir une vue aussi claire de l'état des choses, beaucoup ont déclaré d'avance incliner à cette opinion. Mais ils ne peuvent surmonter la prétendue contradiction dans mes données, que M. Cima, de Cagliari, se flatte d'avoir découverte; cette contradiction consiste en ce que je représente le courant comme descendant, à la contraction, dans les jambes de la grenouille et comme ascendant dans les bras de l'homme.

Chez M. Cima et quelques autres personnes, cette opinion provient de ce qu'ils n'ont aucune idée de la manière dont s'effectue le courant musculaire. Ce n'est pas le cas de M. Pouillet, dans son rapport à l'Institut. Il a très-bien saisi que la direction du courant dans les membres n'est nullement une chose essentielle, qu'elle dépend de la structure des muscles isolés, de leur situation, etc. Cependant il n'aborde pas même la discussion un peu épineuse, il est vrai, de l'hypothèse de la transpiration, émise par Becquerel, et s'en détourne avec l'assertion qu'avant de penser à une connexion quelconque entre l'oscillation négative du courant musculaire dans la tétanisation électrique des muscles de grenouille et le courant dans le tétanos volontaire des membres humains, il fallait que la direction descendante du courant des muscles relâchés dans les bras de l'homme se déduisît de la structure et de la situation des muscles, d'accord avec la loi du courant musculaire.

La déduction que réclame M. Pouillet est impossible. Il se contentera cependant peut-être de la démonstration du fait que les bras de l'homme, dans le relâchement des muscles, ont un courant descendant. Malheureusement les courants de la peau nous ont rendu impossible l'observation des muscles relâchés dans le corps

vivant intact. Je ne crois pas la chose beaucoup plus praticable sur les membres d'un guillotiné ou après une amputation. Notre manière de voir serait donc fort compromise, si celle de la commission venait à se justifier. Je ne crois cependant pas que ce soit le cas. Lors même qu'on n'aurait observé sur aucun membre appartenant à un autre animal un courant descendant quand les muscles sont relâchés, ou un courant ascendant avec les muscles tétanisés ; si seulement la manière dont le courant d'un membre vient à avoir lieu pouvait être reconnue, si on savait que la direction dans laquelle se manifeste le courant est une chose accidentelle, dépendant de circonstances peu importantes, cela suffirait pour décider la question dans mon sens.

Qu'on se mette au point de vue où je me trouvai réellement une fois lors de mes premières recherches sur la grenouille. Qu'il ne s'agisse plus des courants de membres entiers, mais de ceux de muscles isolés entre leurs tendons terminaux. Qu'on n'ait eu à faire jusqu'à présent qu'à des muscles qui, interrogés ainsi, donnent un courant ascendant. Qu'on accorde d'autre part que ce courant ascendant est identique avec le courant des sections longitudinale et transversale. Que ce n'a pu cependant être un fait absolument démontré. Qu'on peut seulement rendre visible que du courant musculaire, qui va de la section longitudinale à la section transversale, peut facilement naître un courant ascendant ou descendant. Que, dans l'examen des muscles à ce point de vue, on tombe sur le premier muscle à courant descendant. Hésitera-t-on à considérer comme moi ce courant comme identique avec le courant qui va de la section longitudinale à la section transversale, avec le courant ascendant des au-



tres muscles ? Et en quoi ce cas diffère-t-il de celui dont il s'agit réellement ?

Il s'entend de soi-même que cette manière d'envisager les choses paraîtra sous un jour encore plus favorable, si l'on réussit à découvrir d'autres muscles qui agissent aussi dans un sens descendant. Car il n'y aurait plus alors aucune raison de se représenter la direction ascendante comme normale, la descendante comme exceptionnelle. Il en arrive ainsi dans l'étude des muscles isolés de la grenouille ; et la même chose s'offre ici à nous, ce qui avait échappé à M. Pouillet.

Par le fait j'ai déjà cité dans mon premier travail [1], puis dans le premier volume de mes recherches [2], des exemples suffisants de courants musculaires de sens descendant dans des membres entiers, et que j'aurais pu facilement multiplier. Maintenant, allant plus loin, j'ai démontré dans la cuisse inférieure du lapin non-seulement que le courant est descendant pendant le repos, mais encore que le courant est ascendant durant le tétanos, aussi bien lorsque l'animal est tué que lorsqu'il est sain et vivant.

On peut préparer la cuisse inférieure du lapin de manière à ce qu'il ne se trouve nulle part de reste de muscles coupés, pouvant agir comme électromoteurs. Cela doit se faire le plus rapidement possible, de sorte que les muscles soient introduits encore chauds et palpitants dans le circuit du multiplicateur. Si, à l'articulation du genou, les condyles de la partie supérieure de la cuisse, et à l'articulation du pied, la surface articulaire du tibia, sont mis en contact avec les bourrelets, le multiplicateur

[1] *Annales de Poggendorff*, etc., janvier 1843, vol. LVIII, p. 2.
[2] *Idem*, p. 470, 471.



donne pour le courant musculaire une déviation de 15°-30° dans la direction descendante. A-t-on lavé auparavant la cuisse inférieure avec une solution de sel marin qui ait détruit la couche parélectronomique des diverses sections naturelles mises à nu, l'aiguille est poussée dans le même sens jusqu'à 90°.

On ne réussit pas à tétaniser électriquement par le nerf les muscles des animaux à sang chaud. Une excitation immédiate des nerfs, chimique ou caustique a, entre autres désavantages, surtout celui que la force électromotrice de la couche parélectronomique est presque inévitablement lésée, ce qui détruit toute sûreté d'observation. Il ne me resta donc qu'à chercher à tétaniser électriquement et immédiatement les muscles qui se trouvaient dans le circuit. A première vue cela paraît impossible sans que le courant de tétanisation pénètre dans le circuit du multiplicateur et y cause les plus grandes perturbations. Cependant, par l'application de courants alternatifs dont on gradue convenablement la force avec l'aide de ma machine magnéto-électrique, on réussit très-facilement à plonger les muscles dans un état de forte tétanisation, sans que les courants de tétanisation exercent immédiatement une influence sensible sur l'aiguille.

J'organise l'expérience de manière à poser les muscles sur du liége, et à y conduire les courants alternatifs au moyen de deux aiguilles, que j'introduis dans le liége aux deux côtés de la masse musculaire, de manière à ce que le tiers de la longueur en soit embrassé. Le résultat, dans la tétanisation de la cuisse inférieure d'un lapin, est de 10-15°. Il ne provient pas de l'influence immédiate





des courants de tétanisation sur l'aiguille, car lorsque les muscles sont morts, ce qui n'arrive que trop promptement, l'aiguille ne dévie plus.

J'ai fait la même expérience sur une section transversale artificielle, pour répondre à l'objection que, dans les animaux à sang chaud, le courant musculaire éprouve dans la contraction une oscillation positive au lieu d'une négative. Au moment du tétanos, il se manifeste toujours une oscillation négative du courant qui cesse complétement lorsque la capacité d'action des muscles est épuisée.

Pour démontrer l'action électromotrice ascendante dans la tétanisation de la cuisse inférieure du lapin, durant la vie intacte de l'animal, je procédai comme suit. Le lapin était lié de manière à ce que, dans la crise la plus violente du tétanos, il dût rester en apparence immobile (à l'exception d'un mouvement de la tête qui ne troublait en rien), et que l'on pût en même temps plonger commodément ses deux pieds dans des vases convenables. Lorsque l'épaisse toison était pénétrée de la solution, le multiplicateur indiquait, pour le courant nerveux, un mouvement plus ou moins fort, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, courant qu'on peut comparer sans aucun doute à celui qui accompagne toujours chez l'homme la première mise dans le circuit de places symétriques de la peau. Peu après l'aiguille se place constamment très-près du zéro. Il ne s'agissait donc plus que d'opérer le tétanos d'une cuisse inférieure. Mais cela n'est guère possible. Par contre, il est facile d'obtenir que, pendant que tous les autres muscles des jambes palpitent, la cuisse inférieure et le pied d'un côté demeurent en repos. Pour cela, il n'y a qu'à couper les nerfs

*tibialis et peronæus* dans le jarret[1], et à empoisonner l'animal avec de la strychnine. Dès que la contraction des autres muscles s'opère uniformément, l'action électro-motrice doit être la même que si la cuisse inférieure et le pied de l'autre côté étaient seuls tétanisés. Le résultat fut, comme on pouvait s'y attendre, qu'au moment où agit le tétanos, il se manifesta un mouvement dans le sens ascendant du côté sain, et descendant du côté lésé, comme dans l'homme, et à l'inverse de la grenouille.

Ces expériences doivent, il me semble, détruire cette prétendue contradiction dans mes données sur la direction du courant, aux yeux de ceux qui ne peuvent concevoir que cette contradiction n'était qu'une méprise de leur part, et n'a jamais existé que dans leur imagination. Rien ne les contraint à considérer la jambe de grenouille comme le modèle auquel doit se conformer le résultat offert par les membres humains pour paraître dans l'ordre. Rien ne les empêche de voir ce modèle dans la cuisse inférieure du lapin, animal bien plus rapproché de l'homme, et de considérer le mode de manifestation dans l'homme comme la règle, celui qui a lieu dans la grenouille comme une déviation incompréhensible.

Il serait aussi facile de satisfaire, s'ils veulent être justes, ceux qui, à l'exemple du rapporteur de la commission parisienne, concèdent la possibilité d'une direction descendante du courant dans le bras humain pendant le

[1] Il peut paraître étonnant que j'aie désigné cette expérience comme faite sur l'animal intact. Je puis le justifier par l'observation que la blessure n'a rien à faire avec l'action électro-motrice observée ensuite. Dans le fait, cette action aurait lieu de la même manière dans le corps réellement intact, si on possédait le moyen de paralyser une cuisse inférieure sans une semblable lésion, ou de soumettre l'autre seule au tétanos.

relâchement des muscles, mais qui, avant de reconnaître dans l'action ascendante accompagnant le tétanos l'oscillation négative de ce courant descendant, veulent auparavant la voir ou déduite théoriquement, ou représentée expérimentalement.

Je leur demanderai de faire une fois abstraction complète des expériences sur les bras de l'homme ou sur les jambes de la grenouille. A leur place, nous comparerons le résultat des expériences faites sur le lapin, sur l'homme et sur la grenouille. La cuisse inférieure du lapin, pendant le repos, donne le courant descendant, tandis que le tétanos produit une action ascendante. L'inverse a lieu dans la cuisse inférieure de la grenouille. Dans la même partie, chez l'homme, le courant se soustrait à l'observation pendant le repos des muscles, le tétanos amène une action ascendante comme chez le lapin.

Maintenant il n'est pas difficile de découvrir une différence anatomique entre la structure de la cuisse inférieure de l'homme et du lapin d'un côté, et celle de cette partie chez la grenouille, différence qui jette une grande lumière sur la diversité de leur action électromotrice. Le *gastrocnemius* de la grenouille se refuse à son extrémité supérieure à une libre section transversale naturelle. Cette section est ensevelie dans l'intérieur même du muscle, et le muscle en repos, abstraction faite de la couche parélectronomique, ne peut jamais agir en sens descendant, mais doit avoir le courant ascendant, s'il doit y en avoir un. Au contraire, la masse musculaire du *soleus* correspondante au *gastrocnemius* de la grenouille, dans l'homme et le lapin, du *solaris* et des *gastrocnemii*, possède à son extrémité supérieure une section transversale naturelle, libre. Ainsi, il est clair que,

dans leur opposition commune à la cuisse inférieure de la grenouille, celle de l'homme et du lapin peut, dans le repos, agir en sens descendant, dans le tétanos en sens ascendant, quoiqu'on ne puisse donner la preuve que cela doive être.

En conséquence, il se trouvera difficilement quelqu'un, à ce que je crois, à qui la direction ascendante de l'action dans la cuisse inférieure de l'homme paraisse un obstacle à considérer cette action comme l'expression de l'oscillation négative du courant descendant des muscles relâchés. Chacun reste libre dans son jugement sur l'action ascendante pendant le tétanos volontaire des bras humains. Mais je crois que la majorité trouvera, avec moi, préférable sous tous les rapports de considérer cette action comme provenant des muscles, plutôt que de l'attribuer à un changement imaginaire de la peau, dont j'ai esquissé les conditions impossibles qu'elle devrait remplir en accompagnant la contraction, pour pouvoir servir à expliquer ces phénomènes.

Je considère donc cette discussion comme terminée. J'ose espérer avoir réussi à vaincre les scrupules des personnes qui veulent sincèrement la vérité. Je me sens d'autant plus le droit d'interrompre cette série d'expériences, que je ne lui attribuai jamais l'importance que lui a donnée une grande partie du monde scientifique.

Je n'ai jamais vu et ne vois encore dans cette expérience qu'une conséquence piquante de l'expérience fondamentale, que j'ai décrite, il y a dix ans, sur l'oscillation négative du courant d'un muscle de grenouille tétanisé par la voie électrique. Si cette expérience avait été convenablement connue, comprise et appréciée, celle faite sur l'homme aurait difficilement fait l'éclat et réveillé la contradiction qu'elle a trouvée.







A mon point de vue, cette expérience dont on a tant parlé est aussi peu supérieure à celle qui a été négligée, que, selon la juste remarque de Jean Müller[1], l'expérience galvanique d'Ure faite sur un guillotiné ne l'était sur l'expérience la plus ordinaire faite sur un muscle de grenouille. Sa valeur scientifique est donc, à mes yeux, relativement très-faible. Elle ne fait que prouver la réalité de quelque chose qui se comprend, d'ailleurs, de soi-même. La manière dont le courant est suscité est trop embrouillée pour qu'elle puisse avoir la valeur d'expérience fondamentale dans cette classe de phénomènes, ou pour pouvoir servir au développement ultérieur de nos connaissances sur cet ordre de faits. La circonstance que la contraction s'opère volontairement ne peut paraître un avantage qu'à ceux qui, peu versés dans la physique des nerfs, ne réfléchissent pas que le nerf tétanisé volontairement et celui qui l'a été d'une autre manière, ne se distinguent en rien en un point quelconque pris au-dessous du point où s'est faite l'excitation.

Je n'en ai pas moins cru devoir entretenir si longuement l'Académie de cette expérience, parce que je me crois obligé de défendre la première communication que je m'étais hasardé à lui faire, contre les accusations d'insuffisance qui se sont fait entendre.

[1] *Manuel de Physiologie*, vol. I, 3me édit., 1838, p. 642.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

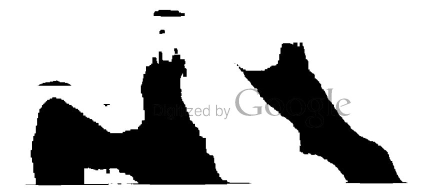
## PHYSIQUE.

10. — Constantes moléculaires des cristaux du système monoclinoédrique, par M. Angström. (*Annales de Chimie et de Physique*, mai 1853.)

Nous avons déjà eu plus d'une fois l'occasion de faire remarquer la liaison importante qui existe entre les propriétés optiques des cristaux et les figures acoustiques auxquelles ils donnent naissance, leur conductibilité pour la chaleur et l'électricité, et leurs propriétés magnétiques et diamagnétiques. M. Angström a publié, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Stockholm pour* 1850, un Mémoire dont le but est de faire voir que toutes les propriétés physiques du gypse et en général des cristaux du système monoclinoédrique ne peuvent se rapporter qu'à des systèmes d'axes obliques et non à un système d'axes rectangulaires.

M. Verdet a donné, dans le Mémoire de mai des *Ann. de Ch. et de Phys.*, une analyse détaillée de ces recherches intéressantes dont nous avons extrait les points principaux. Nous rapportons textuellement l'analyse de M. Verdet en ce qui concerne *les constantes optiques du gypse.*

« M. Angström a fait usage de la méthode généralement suivie pour déterminer les constantes optiques des cristaux ; cette méthode consiste, comme on le sait, à observer la réfraction de la lumière à travers trois prismes parallèles aux trois axes d'élasticité, c'est-à-dire parallèles à la perpendiculaire au plan des axes optiques et aux deux bissectrices des angles formés par ces deux axes. Dans le gypse, les axes optiques relatifs aux différentes couleurs sont situés dans un même plan, qui n'est autre chose que le plan de clivage facile, mais ils ont des positions telles que les bissectrices des angles qu'ils forment sont différentes pour les différentes couleurs,



ainsi que l'ont prouvé MM. Nörremberg et Neumann. Par conséquent, si les arêtes d'un prisme sont parallèles à l'un des axes d'élasticité compris dans le plan de clivage facile, et relatif à une couleur déterminée, elles ne seront point parallèles à l'axe relatif à une deuxième couleur. Néanmoins, si l'angle réfringent du prisme est partagé en deux également par le plan de clivage facile, il ne peut résulter de cette différence de position des axes relatifs aux diverses couleurs, qu'une erreur négligeable. D'ailleurs, la structure fibreuse du gypse ne permet pas, en général, d'apercevoir les raies de Fraunhofer à travers un prisme de cette substance, et M. Angström a dû se borner à mesurer la réfraction de la lumière homogène donnée par la flamme de l'alcool salé.

« La disposition des appareils était la suivante: La lampe monochromatique illuminait le réticule d'une lunette, et l'on observait la déviation de l'image des fils à l'aide d'un théodolite à lunette excentrique, dont le prisme occupait le centre. Le théodolite mesurait les angles à 10 secondes près. Il est à peine nécessaire de dire qu'on se plaçait dans la position du minimum de déviation.

« Le prisme n° 1 avait ses arêtes perpendiculaires au plan de clivage, celle du prisme n° 2 étaient parallèles à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, et celle du prisme n° 3 parallèles à la bissectrice de l'angle obtus. Dans le prisme n° 1, l'angle réfringent était partagé en deux également par un plan passant par la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques; dans les deux autres prismes, l'angle réfringent avait pour plan bissecteur, ainsi qu'il vient d'être dit, le plan de clivage facile. Ces conditions offraient un avantage important. En effet, dans la position de la déviation minima, le rayon ordinaire était exactement perpendiculaire, et le rayon extraordinaire à peu près perpendiculaire au plan bissecteur de l'angle réfringent; conséquemment, ce rayon extraordinaire était presque parallèle à l'un des axes optiques contenus dans le plan de réfraction, et la mesure de sa déviation pouvait conduire à une valeur approchée d'un des trois indices de réfraction. Chaque prisme donnait donc les valeurs de deux indices de réfraction, et, par suite de la position des axes d'élasticité du gypse, il est arrivé

que le plus petit indice de réfraction a été déterminé par les prismes 2 et 3, l'indice moyen par le prisme 1 seulement, et le plus grand indice par les trois prismes à la fois. Voici les nombres obtenus :

| PRISME. | $\frac{1}{\pi}$ [1] | $\frac{1}{\mu}$ | $\frac{1}{\nu}$ | TEMPÉRATURE de l'observation. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | » | 1,52267 | 1,52974 | 18°,9 |
| 2 | 1,52057 | » | 1,52975 | 19,7 |
| 3 | 1,52055 | » | 1,52975 | 18,2 |
| Moyenne ... | 1,52056 | 1,52267 | 1,52975 | » |

[1] $\pi$, $\mu$, $\nu$ désignent les trois vitesses principales, ou les longueurs des trois axes d'élasticité de Fresnel.

« L'égalité des valeurs de $\frac{1}{\pi}$ et de $\frac{1}{\mu}$ obtenues avec des prismes différents, est un fait important qui vérifie une des principales conclusions de la théorie, savoir : *l'identité des vitesses des rayons de directions différentes qui ont le même plan de polarisation.*

« On déduit de là, pour l'angle des axes optiques à 19 degrés centigrades, 57° 30′ 50″. »

Quant aux *figures acoustiques*, nous nous contentons de remarquer que les expériences de M. Angström ont été faites sur des lames parallèles au plan de clivage facile avec des plaques circulaires, que les résultats obtenus diffèrent assez notablement de ceux auxquels était parvenu M. Savart, et qu'ils conduisent à cette conclusion, que *les propriétés acoustiques du gypse ne peuvent pas être représentées par un système d'axes d'élasticité rectangulaires.*

Nous revenons à l'analyse textuelle de M. Verdet pour les deux paragraphes suivants du mémoire de M. Angström.

*Conductibilité calorifique du gypse.*

« M. Angström a recherché si les axes de conductibilité se dépla-





çaient avec la température. A cet effet, il a déterminé, par la méthode de M. de Senarmont, les formes des courbes isothermes qui répondent à 68 degrés, température de fusion de la cire; puis en chauffant davantage jusqu'à chasser l'eau de cristallation du gypse, il a obtenu la courbe isotherme répondant à la température de ce phénomène, manifestée d'une manière permanente par l'opacité du cristal; enfin, en recouvrant le cristal d'une mince couche de glace, il a obtenu l'isotherme de la température zéro. L'angle $\alpha$, formé par l'axe de plus grande conductibilité avec le clivage fibreux, a eu les valeurs suivantes :

| | |
|---|---|
| « Température 0 degré. . . . . . . . . . . | 46° |
| « Température 68 degrés . . . . . . . . . . | 49° |
| « Température de la décomposition du gypse. | 55° |

« Les axes de conductibilité paraissent donc se déplacer avec la température. Cependant M. Angström reconnaît lui-même que cette conclusion aurait besoin d'être confirmée par des expériences plus précises.

*Conductibilité électrique, dureté, propriétés magnétiques du gypse.*

M. Angström rappelle les expériences de M. Mitscherlich sur la dilatation du gypse, celles de M. Wiedemann et de M. de Senarmont sur sa conductibilité électrique, celles de M. Plücker sur ses propriétés magnétiques, et il cite celles qu'il a faites lui-même sur la dureté de ce corps. Les résultats de toutes ces données sont résumés dans le tableau suivant, où $\alpha$ désigne les angles formés par les axes de diverse nature avec le clivage fibreux :

| | $\alpha$ |
|---|---|
| « Ligne moyenne des axes optiques . . . . . . | 14° |
| « Ligne de plus petite dilatation par la chaleur. . | 12 |
| « Direction de plus grande dureté. . . . . . . . | 14 |
| « Axe de plus grande conductibilité calorifique. | 50 |
| « Axe de plus grande élasticité acoustique . . . | 53 |
| « Axe de plus petite conductibilité électrique . . | 62 |

« Il est remarquable que ces différents axes se partagent en deux groupes aussi nettement séparés. »

Enfin, M. Angström réunissant les résultats obtenus par divers physiciens sur les diverses propriétés du feldspath avec les propres recherches qu'il a faites sur ce cristal sous le rapport acoustique, a dressé le tableau suivant où $\alpha$ désigne l'angle formé par diverses lignes avec la base oblique des prismes :

| | $\alpha$ | |
|---|---|---|
| Ligne moyenne des axes optiques. | 4° | d'après Angström. |
| Axe diamagnétique . . . . . . . | 4 | d'après Plücker. |
| Axe de plus grande conductibilité calorifique . . . . . . . . . . . | 60 | d'après Senarmont. |
| Axe d'élasticité acoustique . . . . | 63 | d'après Angström. |
| Axe de moindre conduc. électriq. | 63 | d'après Senarmont. |

« Il est remarquable que ces diverses lignes se divisent en deux groupes, tout à fait de la même manière que dans le cas du gypse.

« En résumant tous les faits contenus dans son Mémoire, M. Angström croit pouvoir en conclure qu'*il n'est pas possible d'admettre trois axes d'élasticité rectangulaires dans les cristaux du système monoclinoédrique.* »

---

11. — Causes des phénomènes d'endosmose électrique, par M. François Raoult. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 9 mai 1853.)

« La théorie des phénomènes d'endosmose électrique repose tout entière sur le principe suivant :

« Toute dissolution dans l'eau d'un acide, d'un alcali ou d'un sel, est une véritable combinaison, dans laquelle l'eau joue tantôt le rôle d'élément électro-positif, tantôt celui d'élément électro-négatif, et toutes les fois que l'on dirige un courant électrique au sein d'une semblable dissolution, celle-ci se sépare en deux parties : l'une formée d'eau pure, l'autre renfermant toute la substance dissoute.

« Il est facile de vérifier cette loi, en versant les liquides que l'on veut soumettre à l'expérience dans un tube en U, où l'on fait plonger les deux pôles d'une pile à courant constant. Afin d'éviter une com-

plexité de phénomènes qui met l'opérateur dans l'impossibilité d'assigner à chacun d'eux sa véritable cause, il est nécessaire de n'employer qu'un très-faible courant ; je parviens à obtenir une intensité convenable, en augmentant la longueur du tube, et en diminuant son diamètre, et souvent je lui donne une disposition particulière dont la description fera assez connaître l'utilité.

« Un tube en U, renversé et terminé à ses deux extrémités par des lames de platine platiné, communique à sa courbure avec deux autres tubes de peu de longueur, soudés à angle droit, l'un sur sa face externe, l'autre sur sa face interne ; le premier, large et court, est muni d'un bouchon ; le second plonge dans un verre et va s'effilant de plus en plus. Le tout étant rempli de liquide, on met les lames de platine en communication avec les pôles d'une pile assez forte. Supposons que l'on opère sur l'acide sulfureux en dissolution peu concentrée : l'eau est décomposée, mais les gaz, s'élevant dans la partie supérieure du tube recourbé, en chassent peu à peu la liqueur ; la résistance s'accroît, la décomposition s'arrête, et bientôt il ne passe plus dans la dissolution que le plus fort de tous les courants incapables d'en décomposer l'eau. Au bout d'un mois on peut recueillir les liquides contenus dans chaque branche. L'analyse démontre alors que tout l'acide sulfureux est passé du côté positif avec l'acide sulfurique formé durant l'opération, et que l'autre côté renferme de l'eau pure.

« En opérant d'une manière toute semblable, et variant les dimensions du tube et la force de la batterie, selon que les liquides sont plus ou moins facilement décomposables, on voit que toutes les dissolutions acides, tous les sulfates, nitrates et chlorures de zinc, de fer, de cuivre et des métaux inoxydables, se comportent à la manière de l'acide sulfureux, et vont se concentrer au pôle positif. A l'égard des sels neutres de potasse, de soude, d'ammoniaque, de baryte et de chaux, et des sels basiques de ces mêmes alcalis, les phénomènes se passent dans un ordre inverse. Leurs dissolutions, en effet, se concentrent et même cristallisent au pôle négatif.

« L'expérience suivante, toute longue qu'elle est à faire, mérite cependant d'être répétée ; elle est concluante et féconde, et elle

offre à l'observateur des phénomènes piquants durant tout le cours de l'opération.

« La branche positive du tube décrit plus haut étant pleine d'eau salée, et la branche négative de bichlorure de platine, on y dirige un courant d'une très-faible intensité. Peu à peu, le côté positif prend une teinte jaunâtre ; cette teinte devient chaque jour plus intense, les deux branches arrivent à la même couleur. La marche de la décomposition paraît alors beaucoup plus lente. Le côté négatif va pourtant toujours en pâlissant, et finit par devenir incolore. A cette époque, on fait l'essai des liquides, et l'on voit que la branche négative contient le chlorure de sodium et que l'autre branche renferme tout le chlorure de platine. Les deux sels ont donc subi l'influence du courant, et il est probable qu'au moment où le tube possédait une teinte uniforme, ils existaient dans la dissolution à l'état de chlorure double. Ce sel double n'a pu subsister et s'est décomposé lentement, chacun des chlorures se comportant alors comme s'il était seul.

« On peut ne pas vider le tube à la fin de l'expérience et établir les communications en sens inverse ; on voit alors les mêmes phénomènes se reproduire ; chacun des sels reprend son eau et sa branche primitives.

« Il ne faut pas croire que la séparation de l'eau et de la substance dissoute soit d'autant plus rapide que le courant est plus intense. Le sulfate de cuivre en offre un exemple frappant. Si l'on dispose, en effet, une solution de ce sel dans un large tube en U, auquel on conserve sa position naturelle, et où plongent les électrodes d'une pile énergique, on voit que presque tout le sel est décomposé avant qu'une partie notable ait abandonné son eau. La même chose arrive, quoique à des degrés différents, avec la plupart des sels de fer, de zinc, d'étain, de plomb et de mercure. Avec les sels des métaux alcalins, ou de ceux des métaux inoxydables, les choses se passent d'une autre manière. Quand on opère sur le chlorure d'or, avec un courant capable de le décomposer, on met à nu du chlore et du métal, mais en même temps du chlorure se sépare de l'eau dissolvante, se porte au pôle positif, et la branche négative devient bientôt inco-



lore. Le bichlorure de platine se comporte tout à fait comme le sesquichlorure d'or; pour les sels alcalins, les phénomènes sont ordinairement plus compliqués ; mais dans tous les cas, que l'acide et la base se séparent ou se décomposent, et se portent aux pôles accompagnés ou non des éléments de l'eau, il y a toujours concentration du sel au pôle négatif, et transport d'eau pure à l'autre pôle. Les acides et les alcalis en dissolution étendue, sont, de tous les composés, ceux qui se séparent de leur eau avec le plus de rapidité; les sels doubles, neutres aux réactifs colorés, sont ceux qui s'en séparent avec le plus de lenteur.

« Les faits qui précèdent parlent assez d'eux-mêmes ; la loi que j'ai énoncé dès le commencement en est une conséquence naturelle et directe.

« Au lieu de faire les expériences comme je viens de le dire, on peut disposer dans la partie courbe du tube un tampon d'argile imbibé de la dissolution sur laquelle on opère. Mais on observe alors un phénomène remarquable : le liquide s'accumule dans l'une des branches, et son niveau s'élève parfois d'une manière considérable. Cela n'a rien qui doive étonner. S'il s'agit, par exemple, d'acide sulfurique étendu, l'acide, comme on sait, se sépare de l'eau, et tandis qu'il passe au pôle positif, celle-ci, en quantité beaucoup plus grande, se rend à l'autre pôle. Le volume de la dissolution contenue dans la branche négative s'accroît donc à chaque instant, et comme les liquides de l'un et de l'autre tube ne reprennent que très-lentement leur condition d'équilibre normal, à cause de la résistance considérable que l'argile oppose à leur écoulement, la différence de niveau persiste et augmente avec la durée de l'expérience. Il est inutile d'appliquer ce raisonnement à un plus grand nombre d'exemples, et l'on voit bien, dès à présent, que :

« 1° Toutes les fois que l'on dirige un courant électrique dans un liquide divisé en deux parties par un corps poreux, le niveau de l'une d'elles doit s'élever ou baisser, suivant que le composé qui s'y porte est plus ou moins volumineux que celui qui va s'isoler dans l'autre ;

« 2° Quand un courant électrique traverse deux liquides diffé-



rents séparés par une cloison poreuse, le niveau baisse toujours dans celui qui abandonne son eau avec le plus de facilité (puisqu'il donne plus qu'il ne reçoit).

« En faisant les expériences propres à constater cette dernière partie, j'ai remarqué que le courant semble souvent négliger l'une des dissolutions, pour agir exclusivement sur l'autre.

« On voit, par ce qui précède, pourquoi deux dissolutions différentes, séparées par un diaphragme à pores très-serrés, et de nature telle qu'il ne produise qu'à un très-faible degré les effets d'endosmose dus à l'influence des forces capillaires, se mélangent quelquefois très-promptement, quand elles sont traversées par un courant électrique. Ce mélange a lieu lorsque les substances en dissolution doivent changer de vase pour aller à leurs pôles respectifs. C'est ce qui a lieu très-fréquemment dans les appareils électrochimiques simples. Pour éviter cet inconvénient, il faut faire usage de sels doubles qui, pour la plupart, n'abandonnent leur eau qu'avec beaucoup de lenteur.

« Je voudrais pouvoir terminer en donnant le tableau des quantités d'eau séparées des différentes substances en dissolution, dans un temps donné et par des courants d'une intensité déterminée; les instruments dont je puis disposer sont insuffisants pour me conduire à ce but. Ma tâche est inachevée; mais tout incomplet qu'est mon travail, je le crois de nature à jeter un nouveau jour sur le mode de propagation de l'électricité au sein des liquides et sur les causes d'un grand nombre de phénomènes naturels encore inexpliqués. En répétant mes expériences, on découvrira des cristallisations nouvelles et curieuses. On trouvera dans mes observations la théorie de plusieurs piles à deux liquides. C'est pourquoi je publie le résultat de mes recherches. Je laisse à d'autres, plus fortunés que moi, le soin de mener la science plus avant dans la voie nouvelle que je viens de lui ouvrir. »

*Observations du Rédacteur.*

Les conclusions de M. Raoult nous paraissent beaucoup trop absolues. L'excellent travail de M. Wiedemann, dont nous avons donné






un extrait abrégé dans le n° *de Février* 1853 [1], a établi de la manière la plus positive l'existence d'une action mécanique du courant électrique dans son passage à travers les liquides, indépendante de toute action chimique. En particulier, le fait que ce sont les liquides les moins conducteurs, tels que l'eau distillée, qui donnent naissance à la plus grande action mécanique, n'est pas conciliable avec les idées de M. Raoult. Au reste, pour faire mieux apprécier à nos lecteurs la justesse de nos observations, nous reproduisons le travail même de M. Wiedemann, avec plus de détails que nous ne l'avions fait dans l'extrait très-abrégé que nous en avions donné dans notre n° *de Février*.

12. — MÉMOIRE SUR LE MOUVEMENT DES LIQUIDES QUI S'OBSERVE DANS LE CIRCUIT TRAVERSÉ PAR UN COURANT VOLTAÏQUE, par M. WIEDEMANN. (*Ann. de Chimie et de Phys.*, février 1853 )

Le phénomène observé autrefois par Porret, et désigné par quelques physiciens sous le nom d'*endosmose électrique*, est demeuré jusqu'ici assez mal connu, malgré des observations intéressantes, mais isolées. M. Wiedemann l'a envisagé sous un nouveau point de vue, qui paraît de nature à éclaircir beaucoup la question. Au lieu de chercher des explications, toujours aussi vagues qu'incertaines, il s'est demandé si la propriété de transporter les liquides du pôle positif au pôle négatif ne serait pas une propriété essentielle et primitive des courants, au même titre que la propriété de décomposer les liquides conducteurs, et si, par conséquent, il n'y avait pas lieu de présumer qu'il existait des relations simples entre cette propriété, la nature du liquide et les constantes qui déterminent l'intensité du courant voltaïque. L'expérience est venue donner raison à ces prévisions.

Une première série d'observations a eu pour objet de déterminer la relation de l'intensité du courant voltaïque avec la quantité de liquide transportée en un temps donné. Le liquide était renfermé

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXII, page 158.



dans un grand vase de verre *hh*, *fig.* 1, et dans un cylindre d'argile poreuse *a*, occupant le milieu du grand vase. Sur le cylindre d'argile était mastiquée une cloche de verre *c*, dont la tubulure laissait passer un tube vertical *d*, muni d'un tube latéral d'écoulement *ee*. A l'intérieur et à l'extérieur du cylindre d'argile se trouvaient deux lames de platine *g* et *i*, enroulées en cylindre, communiquant toutes deux avec des fils verticaux *f* et *k*, qu'on pouvait mettre en rapport avec les pôles de la pile. La petite ouverture par où le fil *f* traversait la cloche *c*, était hermétiquement fermée avec du mastic; l'adaption du tube vertical *d* à la tubulure était assez parfaite pour rendre impossible la sortie du liquide. Le cylindre d'argile poreuse avait été immergé pendant longtemps dans l'acide chlorhydrique étendu, avant de servir à l'expérience; on l'avait ainsi débarrassé de toutes les matières solubles qu'il pouvait contenir.

Dès que le courant était établi dans le sens indiqué sur la figure, le liquide s'élevait dans le tube *d*, et ne tardait pas à s'écouler par le tube latéral *e*, lorsque le niveau avait dépassé d'une petite quantité l'orifice de ce tube; le flacon *l* recevait d'ailleurs le liquide écoulé. Le phénomène résultait principalement d'une action propre du courant, mais il y avait aussi quelques causes secondaires dont il fallait apprécier et éliminer l'influence.

On aurait d'abord pu craindre que la pression résultant de l'élévation du niveau dans le tube *d* ne tendît à contrarier le phénomène et à diminuer la quantité de liquide transportée à travers le cylindre poreux; mais une expérience directe montra que cette crainte n'était pas fondée. On remplit d'eau l'appareil, de manière à établir dans le tube *d* une élévation de niveau égale à l'élévation observée, et l'on abandonna l'expérience à elle même pendant plusieurs heures sans faire passer de courant. Le niveau étant demeuré invariable, on en conclut que la pression exercée n'était pas assez forte pour faire passer une quantité d'eau appréciable à travers le diaphragme.

Au commencement de l'expérience, l'élévation et l'écoulement du liquide étaient dus en partie aux bulles d'hydrogène dégagées sur la lame négative, qui venaient se [illegible] dans diverses parties de

l'appareil ; mais, au bout de peu d'instants, l'accumulation de gaz atteignit son maximum, et les nouvelles bulles formées se dégageaient incessamment par le tube *d*. C'est alors seulement que commençaient les observations. Evidemment, rien de pareil n'avait lieu lorsqu'on expérimentait sur des dissolutions métalliques.

Enfin, si l'expérience durait longtemps, l'intensité du courant demeurant constante, la quantité de liquide écoulée en un temps donné éprouvait un petit accroissement. En même temps, le liquide, placé à l'intérieur du cylindre poreux, se troublait par la présence de particules très-fines de la matière du cylindre. Ces particules étaient évidemment arrachées par le liquide aux pores du diaphragme ; ces pores devaient donc s'élargir, et de là résultait l'accroissement observé du courant liquide.

Le courant était produit par une pile de Daniell, et mesuré par une boussole de tangentes ou par un galvanomètre comparé directement avec la boussole.

Les deux tableaux suivants démontrent, d'une manière évidente, que *les quantités de liquide, transportées dans des temps égaux, sont proportionnelles aux intensités des courants.*

I. — *Eau distillée.*

| Quantité $q$ de liquide transportée. | Intensité $i$ du courant. | Rapport $\frac{q}{i}$ |
|---|---|---|
| gr. | | |
| 17,77 | 14,4 | 1,23 |
| 13,26 | 10,8 | 1,23 |
| 10,59 | 8,3 | 1,27 |
| 7,46 | 6,0 | 1,24 |
| 5,89 | 4,8 | 1,23 |
| 4,47 | 3,6 | 1,24 |
| 3,38 | 2,9 | 1,17 |
| | Moyenne. . . . . . | 1,23 |

II. — *Sulfate de cuivre*[1].

| $q$ | $i$ | $q$ |
|---|---|---|
| gr. | | |
| 2,48 | 10,6 | 0,234 |
| 2,32 | 10,1 | 0,230 |
| 2,26 | 9,8 | 0,231 |
| 2,11 | 9,3 | 0,226 |
| 1,49 | 6,5 | 0,229 |
| 1,25 | 5,35 | 0,233 |
| | Moyenne. . . . . . | 0,230 |

M. Wiedemann examina ensuite l'influence de l'étendue de la surface poreuse traversée par le liquide, en recouvrant successivement diverses portions de la surface du cylindre avec un enduit imperméable au liquide, et non conducteur de l'électricité. Les nombres suivants démontrent que ***les quantités de liquide transportées par un courant galvanique à travers une paroi poreuse sont indépendantes de l'étendue de cette paroi:***

*Eau distillée.*

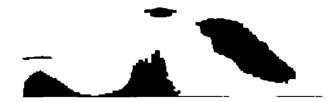
| Étendue de la surface perméable. | Valeur du rapport $\frac{q}{i}$ |
|---|---|
| 1 | 1,23 |
| $\frac{3}{4}$ | 1,22 |
| $\frac{3}{8}$ | 1,24 |
| $\frac{3}{16}$ | 1,10 |
| $\frac{1}{16}$ | 1,11 |

*Sulfate de cuivre*[2].

| | |
|---|---|
| 1 | 0,230 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,231 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,235 |
| $\frac{1}{6}$ | 0,228 |
| $\frac{1}{12}$ | 0,231 |

[1] Dissolution contenant 19,1 pour 100 de sulfate de cuivre cristallisé à 5 équivalents d'eau.

[2] Même dissolution que précédemment.





Pour examiner l'influence de l'épaisseur des diaphragmes, l'auteur fit plusieurs expériences avec un même cylindre, en réduisant successivement par le grattage l'épaisseur de ses parois. La valeur du rapport $\frac{q}{i}$ étant demeurée sensiblement invariable, il en résulte que, *pour une intensité donnée du courant voltaïque, la quantité de liquide transportée est indépendante de l'épaisseur des parois poreuses traversées.*

En comparant des liquides différents, M. Wiedemann a reconnu que la quantité de liquide transportée augmente avec la résistance, mais sans qu'aucune loi simple se manifeste. Les liquides très-conducteurs, tels que l'acide sulfurique étendu, ne sont pas transportés en proportion appréciable. Le fait avait déjà été observé par Daniell et par M. Becquerel.

Les expériences qui viennent d'être décrites étaient sujettes à une assez grave objection : en effet, elles ne mesuraient qu'un phénomène complexe produit par la combinaison de deux causes tout à fait différentes, savoir : l'action propre du courant et le frottement du liquide dans les pores du diaphragme. Cette dernière cause ne laissait évidemment subsister aucune comparabilité entre les expériences relatives à des liquides différents. C'est pourquoi M. Wiedemann a cherché un mode d'expérimentation qui fût indépendant de cette action perturbatrice, et il s'est arrêté à l'idée de mesurer la pression hydrostatique, qui peut faire disparaître le phénomène du transport, et qui, par conséquent, fait équilibre à l'action propre du courant. L'appareil précédemment décrit a été modifié en conséquence. Le tube capillaire *ee* a été mis en communication avec un petit manomètre à mercure *pm*, *fig.* 2, et l'extrémité supérieure du tube vertical *d* a été hermétiquement fermée après l'introduction du liquide. Dans ces conditions, le passage du courant, au lieu de produire un écoulement constant du liquide, a déterminé un déplacement du mercure dans le manomètre, et ce déplacement s'est arrêté lorsque la pression, due à la différence de niveau du mercure dans les deux branches, a été assez forte pour faire repasser à chaque instant, à travers les pores

du cylindre une quantité de liquide égale à celle que le courant voltaïque entraînait. Il est évident qu'il fallait éviter, dans cette disposition de l'appareil, tout dégagement de gaz dans le tube *d*, et, par conséquent, qu'on devait se borner à expérimenter sur les dissolutions de sels métalliques. L'eau pure, ou simplement acidulée, les dissolutions de sels alcalins, ne se prêtaient pas à ce genre d'expériences.

Des expériences nombreuses sur les dissolutions diversement concentrées de sulfate de cuivre, conduisirent à la loi suivante :

*Les hauteurs auxquelles s'élève le mercure dans le manomètre sont proportionnelles à l'intensité du courant, en raison inverse de la surface et en raison directe de l'épaisseur du diaphragme poreux.*

Ces résultats s'accordent parfaitement avec ceux des expériences sur les quantités de liquides transportées, si l'on tient compte des lois de l'écoulement des liquides par les tubes capillaires, telles qu'elles ont été déterminées par MM. Hagen et Poiseuille. On sait, en effet, que les quantités de liquide qui s'écoulent dans des temps égaux par des tubes capillaires très-étroits, sont proportionnelles aux pressions et en raison inverse de la longueur des tubes. Or, un diaphragme poreux peut être assimilé à un système de tubes capillaires, dont le nombre est évidemment proportionnel à l'étendue superficielle du diaphragme, et la longueur proportionnelle à l'épaisseur. Les quantités de liquide transportées par le courant voltaïque étant proportionnelles à l'intensité de ce courant, et indépendantes de l'épaisseur du diaphragme, les pressions capables de produire en sens inverse le transport d'une quantité égale de liquide, doivent être proportionnelles à l'intensité du courant et à l'épaisseur du diaphragme. L'influence de l'étendue superficielle du diaphragme n'est pas moins évidente ; la pression qui détermine le passage d'une quantité donnée de liquide à travers un système de tubes capillaires égaux, doit être en raison inverse du nombre de ces tubes.

Enfin l'influence de la nature du liquide se manifeste d'une manière très-simple dans ce second genre d'expériences. *La hauteur*



*du mercure dans le manomètre est proportionnelle à la résistance électrique du liquide.* C'est du moins ce qu'on peut conclure d'une série d'observations relatives à des dissolutions de sulfate de cuivre, où le courant était amené par des électrodes de cuivre, de façon à éviter toute polarisation. Ces observations sont résumées dans le tableau suivant :

| Proportion de sulfate cristallisé pour cent parties de la dissolution. | Résistance électrique de la dissolution. | Rapport de la hauteur du mercure à l'intensité du courant. | Quotient des nombres de la 3me colonne par ceux de la 2me. |
|---|---|---|---|
| 16,25 | 18,0 | 1,35 | 0,0750 |
| 9,22 | 27,0 | 1,98 | 0,0733 |
| 6,6 | 32,5 | 2,44 | 0,0750 |
| 3,4 | 55,5 | 3,79 | 0,0683 |
| 1,8 | 100,0 | 6,80 | 0,0680 |
| | | Moyenne....... | 0,0719 |

La constance approchée des nombres de la quatrième colonne est une preuve satisfaisante de la loi.

En résumant toutes ces lois, on peut dire que *la force avec laquelle un courant voltaïque tend à transporter un liquide à travers une paroi poreuse, du pôle positif vers le pôle négatif, est mesurée par une pression qui est directement proportionnelle à l'intensité du courant, à la résistance électrique du liquide, et à l'épaisseur de la paroi, et inversement proportionnelle à la surface de la paroi.*

Cet énoncé conduit M. Wiedemann à quelques considérations théoriques, qu'il est utile de reproduire.

« Concevons, dit-il, un liquide divisé en deux parties par un diaphragme poreux. Supposons que sur les deux côtés du diaphragme on applique deux plaques de métal, et qu'on les réunisse par un fil conducteur dont la résistance soit négligeable. La tension A (ou force électromotrice) des deux plaques développera un courant galvanique proportionnel à cette tension elle-même et à l'étendue de

la paroi poreuse, et en raison inverse de l'épaisseur de la paroi, ainsi que de la résistance du liquide. Son expression sera donc :

$$i = k\,\frac{As}{er}.$$

« Ce courant tend à porter le liquide d'un côté à l'autre de la paroi avec une force qui est mesurée par une hauteur $h$ de mercure. On a d'ailleurs, d'après les lois précédentes,

$$h = c\,\frac{ire}{s}.$$

Donc, en mettant pour $i$ sa valeur,

$$h = ck\,\frac{As}{re}\,\frac{re}{s} = mA,$$

$m$ étant une nouvelle constante. Ainsi, *une force électromotrice existant entre les deux côtés d'une paroi poreuse plongée dans un liquide, tend à transporter le liquide du côté positif vers le côté négatif, avec une force qui est égale à une pression proportionnelle à cette force électromotrice elle-même.*

« Cette loi donne une mesure parfaitement simple et indépendante de toutes circonstances accessoires pour les forces électromotrices, et permet de les exprimer par des hauteurs mercurielles ou par des unités de poids.....

« Concevons maintenant que, dans un circuit formé de deux liquides, il existe une force électro-motrice sur l'une des surfaces de contact de ces liquides, et plongeons dans chaque liquide un diaphragme poreux qui le divise en deux parties. Le courant voltaïque produit mettra chacun de ces liquides en mouvement à travers le diaphragme qui y est plongé, avec une force mesurée par une pression hydrostatique directement proportionnelle à la résistance du liquide, et en raison inverse de la section. Il y aura donc entre les pressions existantes des deux côtés de chaque paroi une différence variant comme il vient d'être dit.

« Or, les tensions électriques qui, d'après la théorie de Ohm, existent aux différents points d'un circuit voltaïque, sont distribuées d'une manière tout à fait analogue. Si l'on considère ces tensions des deux côtés d'une paroi d'épaisseur égale à l'unité, elles doivent





différer d'une quantité proportionnelle à la résistance spécifique du liquide, et en raison inverse de la section, précisément comme diffèrent les pressions hydrostatiques.

« Ainsi, les actions mécaniques d'un courant voltaïque suivent exactement les lois que Ohm a assignées pour la distribution de l'électricité dans un circuit fermé. Cette analogie fournit une preuve en faveur de l'exactitude des hypothèses de Ohm, et donne un intérêt particulier aux faits exposés dans le présent mémoire. »

---

13. — SUR LES FIGURES D'ÉQUILIBRE ET SUR LES MOUVEMENTS DE CERTAINES MASSES LIQUIDES ET GAZEUSES, par M. Ch. MATTEUCCI. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 23 mai 1853 [1].)

J'ai employé dans ces expériences deux liquides de la même densité, c'est-à-dire de l'huile d'olive, qui est diamagnétique, et une solution de protochlorure de fer dans l'alcool. En plaçant ces deux liquides dans une boîte de verre, entre les pôles du grand électro-aimant, de manière que l'un des liquides soit distribué uniformément en gouttes plus ou moins grosses suspendues dans l'autre, on les voit, au moment où le circuit est fermé, se séparer complétement et se ranger dans des formes constantes. Avec des surfaces polaires hémisphériques, le liquide ferrugineux, au lieu de se réunir, comme ferait la limaille de fer, autour de la ligne polaire, se rassemble autour des pôles dans la forme d'une demi-sphère. Dans un champ magnétique, limité par des surfaces polaires planes et très-étendues, on voit les gouttes d'huile, suspendues dans le liquide ferrugineux, s'enfuir en dehors, le long de la ligne équatoriale, suivant, pour aller des pôles vers cette ligne, des courbes qui y sont d'autant plus inclinées qu'elles se trouvent plus près des

[1] Nous reproduisons textuellement l'extrait fait par M. Matteucci lui-même de la communication qu'il a adressée à l'Académie des Sciences de Paris. Cet article complète l'exposition des travaux récents du savant physicien de Pise, que nous avons déjà fait connaître à nos lecteurs par l'insertion dans notre cahier de mai (tome XXIII, p. 24), des communications directes que l'auteur nous en a transmises. (R.)



bords. Des gouttes liquides ferrugineuses au milieu de l'huile suivent, en sens contraire, exactement les mêmes lignes. Au centre du champ magnétique, des petites gouttes magnétiques ou diamagnétiques peuvent s'arrêter en équilibre instable ; lorsqu'elles ont un plus grand diamètre, on les voit s'allonger en forme sphéroïdale, ou dans la ligne polaire, ou dans la ligne équatoriale. Les figures d'équilibre de deux liquides ainsi séparés dans le champ magnétique, peuvent être déterminés avec exactitude, et donner ainsi la loi suivant laquelle ont lieu l'action magnétique décroissante des pôles et les pressions qui en résultent. La constance de ces figures et des mouvements des masses liquides en présence de l'aimant, n'est pas altérée en introduisant entre les pôles et en contact des liquides des pièces de bismuth ou de phosphore, ce qui prouve combien elle faible, si toutefois elle existe, l'action réciproque des corps diamagnétiques.

Des phénomènes semblables sont offerts par des boules gazeuses au milieu d'un liquide. Une boule d'oxygène, longue de 12 à 15 millimètres, enveloppée dans une colonne d'alcool dans un tube de verre de 4 à 5 millimètres de diamètre, se contracte notablement au moment où le circuit est fermé si son milieu est entre les pôles, et paraît attirée et s'allonger si cette ligne est près d'une des extrémités de la boule. En ajoutant successivement à l'alcool des gouttes d'une solution saturée de protochlorure de fer, on arrive à voir les phénomènes inverses, c'est-à-dire la boule d'oxygène s'allonger lorsque son milieu est entre les pôles, et en être repoussée si la ligne polaire est en dehors de la boule. Entre ces deux points, on trouve avec exactitude la solution alcoolique de protochlorure de fer dans laquelle la boule d'oxygène ne souffre plus aucun changement de forme sous l'action de l'électro-aimant. Dans cette solution, que j'appellerai neutre pour l'oxygène, une boule d'hydrogène ressent l'action de l'aimant comme le ferait l'oxygène dans un liquide plus ferrugineux. En réfléchissant à la forme de cette expérience, on conçoit qu'on peut déterminer avec précision la solution alcoolique de protochlorure de fer, qui, sous le même volume, a le même pouvoir magnétique que le gaz oxygène. J'ai trouvé dans une expérience qu'une solution



ferrugineuse presque neutre, mais qui est un peu plus magnétique que l'oxygène, contenait, dans 1 centimètre cube, un poids de 6,3 milligrammes, nombre qui ne diffère pas de celui trouvé par MM. Faraday et Ed. Becquerel par des méthodes très-différentes. Je dois remarquer que l'action de l'électro-aimant n'a lieu que lorsque, par les dimensions de la boule et par la situation des pôles, elle peut s'exercer dans le même temps sur le gaz et sur le liquide qui l'enveloppe.

Les solutions ferrugineuses les plus concentrées, telles que celles de sulfate et de proto et perchlorure de fer, et ces sels solides et cristallisés, quoique fortement attirés par l'électro-aimant, ne sont pas doués de force coercitive; ainsi, des tubes de verre remplis de ces substances et suspendus entre les pôles, ne présentent pas le moindre signe de répulsion au moment où, à l'aide d'un commutateur, on vient renverser le magnétisme des pôles. Des aiguilles formées d'un mélange de cire et de colcotar, quoique beaucoup moins magnétiques, offrent néanmoins des signes très-manifestes de force coercitive. Cette différence explique le défaut du magnétisme de rotation des solutions ferrugineuses dont j'ai parlé dans mon premier Mémoire, et la présence de ce pouvoir dans des mélanges d'acide stéarique et de colcotar dans lesquels l'oxyde de fer est en assez petite quantité pour ne pas neutraliser le pouvoir diamagnétique de l'acide stéarique.

Le défaut de force coercitive des solutions ferrugineuses pouvait faire croire que ces solutions deviendraient magnétiques comme le fer doux; mais l'expérience a prouvé qu'il n'en est pas ainsi. Un cylindre en verre ou en plume d'oie, long de 8 à 10 centimètres, rempli de cristaux des sels ferrugineux indiqués plus haut, ou de leurs solutions concentrées, suspendu entre les pôles du grand électro-aimant, est fortement attirée dans la ligne polaire, et alors on trouve, en tenant le circuit fermé, que toute la moitié du cylindre tourné vers le pôle nord se comporte comme si elle avait le même magnétisme nord, et que l'autre moitié a également l'état magnétique du pôle qui l'attire, tandis que les seuls points extrêmes du cylindre ont des états magnétiques contraires à ceux des

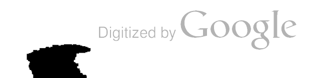


pôles. Il faut employer, dans la détermination de l'état magnétique de la colonne liquide ferrugineuse, un électro-aimant dont le magnétisme ne soit pas trop altéré par celui des pôles du grand électro-aimant, ou un morceau de fer doux qui n'agisse pas sur la colonne liquide, et qui, en présence de l'électro-aimant, fonctionne toujours comme un pôle contraire. Cette manière de se magnétiser des solutions et des sels ferrugineux, prouve qu'il ne faut pas confondre la force coercitive qui résiste à la magnétisation avec celle qui s'oppose à la démagnétisation, et que dans ces corps l'induction magnétique suit une loi différente de celle généralement admise pour le fer doux.

En dernier lieu, j'ai recherché si une action magnétique très-forte pouvait altérer la densité et la composition d'un liquide ferrugineux. A cet effet, une couche de protochlorure de fer, longue de 10 à 12 centimètres, et large de 15 millimètres, est placée avec son milieu entre les pôles hémisphériques du grand électro-aimant. En faisant passer un courant électrique modéré dans le liquide ferrugineux par deux électrodes formés de deux lames de platine de la même longueur de la couche, on trouve que, avec ou sans l'action de l'électro-aimant, le voile de fer déposé sur l'électrode négatif est le même sur tous les points, c'est-à-dire au contact des pôles où l'action magnétique est très-puissante, et à une grande distance où l'action magnétique est en comparaison très-faible. En employant des liquides semblables à ceux dont on fait usage pour obtenir les apparences électro-chimiques de Nobili, ce qui rend ce procédé encore plus sensible, j'ai obtenu les mêmes résultats.

Ainsi donc une force magnétique très-puissante, capable de faire équilibre à des pressions considérables qu'elle développe dans les masses liquides, ou d'y exciter des mouvements très-violents, comme il est très-facile de le voir dans une belle expérience, en tenant un voltamètre en activité entre ou sur les pôles du grand électro-aimant, est incapable de produire la moindre altération dans la densité et dans la composition d'une solution ferrugineuse.

Mais une autre conséquence se déduit évidemment de ces expériences : c'est que la force magnétique n'agit pas sur les filets d'élec-



tricité qui traversent un liquide, et que la matière conductrice seule communique à l'électricité les pouvoirs d'où dépendent les effets électro-magnétiques[1].

Dans ma deuxième communication à l'Académie, j'ai exposé la méthode qu'il faut appliquer pour découvrir la distribution de l'électricité dans le disque tournant de M. Arago. Lorsqu'on a, avec cette méthode, trouvé cette distribution sur une lame qui est traversée par un courant électrique, on peut s'assurer que cette distribution ne varie pas si la lame est mise en présence d'un électro-aimant très-fort; c'est la même vérité à laquelle on est conduit par une voix expérimentale bien différente.

14. — Recherches sur la polarité électro-chimique des gaz et sur les décharges obscures, par M. R. Grove. (*Trans. Philos.*, 1852.)

Nous avons déjà rendu compte [2], d'après un extrait publié par le *Philos. Magaz.* (août 1852), du travail intéressant de M. Grove. Dès lors nous avons reçu le Mémoire original lui-même, enrichi d'une note additionnelle. Nous croyons donc que nos lecteurs liront avec intérêt une analyse plus détaillée des recherches du savant physicien anglais.

On se rappelle que M. Grove a fait usage, dans la plupart de ses expériences, de l'appareil d'induction de Ruhmkorff qui produit une étincelle d'induction très-forte. Voici le résultat des nombreuses expériences faites avec cet appareil :

« 1° Une lame de plaqué d'argent fut placée sur la platine d'une pompe à air, sous une cloche de verre munie à sa partie supérieure d'une boîte à cuir qui laissait passer une tige de cuivre; à l'extrémité inférieure de cette tige était fixée une aiguille d'acier. Un petit

[1] Cet énoncé est la confirmation de la conséquence que j'avais déduite, il y a quatre ans, de mes recherches sur les relations de la conductibilité électrique des corps solides et liquides avec l'aimantation à laquelle on les soumet. (Bibl. Univ., Archives, tome XIII, p. 41.) E. W.

[2] Voyez Bibl. Univ. (Archives), cahier d'octobre 1852, page 142.



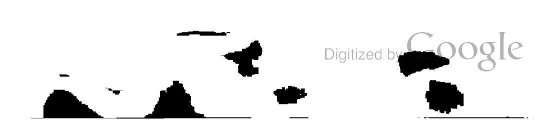
flacon plein de potasse fondue servait à absorber la vapeur d'eau qui pouvait exister sous la cloche. On fit le vide dans l'appareil, on y laissa rentrer une très-petite quantité d'eau mélangée d'air et d'hydrogène [1], et l'on fit communiquer l'aiguille d'acier et la plaque argentée avec les deux extrémités du fil inducteur. Lorsque la plaque fut positive, il s'y forma en peu d'instants une tache circulaire d'oxyde d'argent, présentant successivement les teintes jaune, orangée et bleue qu'on obtient en iodurant à divers degrés une plaque daguerrienne. Le sens du courant étant renversé, la tache disparut, et la surface de l'argent redevint parfaitement nette; de manière toutefois qu'on pût encore distinguer la place occupée par la tache. On répéta l'expérience un grand nombre de fois, en faisant varier la longueur de l'espace traversé par l'étincelle d'induction et la composition du mélange gazeux : on obtint toujours les mêmes résultats, à moins qu'il n'y eût une trop grande quantité d'air dans le mélange; dans ce cas, la plaque d'argent s'oxydait, quel que fut le sens de la décharge. Dans la plupart des expériences, la distance de l'aiguille d'acier à la plaque fut d'environ $2^{mm},5$.

« 2° Dans l'air raréfié, sans mélange d'hydrogène, l'oxydation eut lieu, quel que fût le sens du courant; mais elle fut beaucoup plus rapide lorsque la plaque était positive.

« 3° Dans l'hydrogène pur raréfié, il ne peut y avoir évidemment aucune oxydation; mais en prolongeant longtemps l'expérience, on vit la surface de la plaque se dépolir légèrement. Si la plaque était primitivement oxydée, elle se désoxydait rapidement dans l'hydrogène, surtout si elle communiquait au pôle positif [2].

[1] Sans avoir pris de mesures exactes, M. Grove estime que la pression sous le récipient ne dépassait pas 18 millimètres de mercure.

[2] J'avais déjà fait une observation analogue et décrit des phénomènes du même genre, savoir la formation de taches annulaires dans l'air et dans l'hydrogène raréfiés; j'avais indiqué en particulier la formation d'un oxyde de platine dans l'air et dans l'oxygène sous l'action de l'arc voltaïque formé par une puissante batterie entre une lame et une pointe de platine, ainsi que la désoxydation et la désagrégation de la surface du platine dans l'hydrogène. (*Bibl. Univ. Archives des Sciences physiques*, tome IV, p. 330 et 331.)



« 4° L'aiguille d'acier fut remplacée par des fils de cuivre, d'argent et de platine, sans que les phénomènes parussent sensiblement modifiés.

« 5° On introduisit dans le récipient une petite quantité d'azote pur. La plaque s'oxyda, lorsqu'elle fut positive, aux dépens de l'oxygène de l'air laissé dans le récipient par la raréfaction; la plaque étant négative, la désoxydation eut lieu comme dans l'hydrogène, mais plus lentement.

« 6° Dans l'azote, aussi complétement privé d'oxygène qu'il était possible, les couleurs dues à l'oxydation ne se manifestèrent pas; il se produisit seulement sur la plaque positive une tache noire, probablement due à la désagrégation de la surface, qui ne disparut pas lorsqu'on renversa le sens des décharges. Toutefois l'azote fit disparaître les taches d'oxyde formées dans d'autres expériences lorsque la plaque fut négative.

« 7° Dans un mélange de 1 volume d'oxygène et de 2 volumes d'hydrogène, les effets furent les mêmes que dans un mélange d'air et d'hydrogène. La raréfaction du mélange permit d'ailleurs de faire passer une nombreuse série d'étincelles sans produire une combinaison rapide des deux gaz.

« 8° On obtint les mêmes résultats en augmentant la proportion d'hydrogène du mélange.

« 9° On substitua successivement à la plaque argentée des plaques de bismuth, de plomb, d'étain, de zinc, de cuivre, de fer et de platine. Le bismuth se comporta presque exactement comme l'argent; le plomb s'oxyda aisément, mais il fut difficile de faire disparaître la tache d'oxyde. L'étain, le zinc et le cuivre ne s'oxydèrent que lorsqu'on introduisit une grande quantité d'air, et il fut tout à fait impossible de les désoxyder. Le fer s'oxyda seulement lorsque la pression de l'air fut presque égale à 1 atmosphère, et il ne se désoxyda pas plus que les trois métaux précédents. Avec le platine, aucune espèce d'effet ne fut observable.

« 10° On iodura la plaque d'argent et on la fit communiquer avec le pôle négatif, le récipient ne contenant que de l'hydrogène pur raréfié. L'iodure se réduisit très-promptement au-dessous de la pointe d'acier.



« 11° L'appareil d'induction fut remplacé par une machine électrique ordinaire. Dans un mélange de 1 volume d'hydrogène et de 2 volumes d'air, les phénomènes d'induction et de désoxydation se produisirent avec beaucoup de netteté : seulement les dimensions de la tache d'oxyde furent très-petites.

« 12° Un lavage à l'hyposulfite de soude fit disparaître la tache oxydée de la plaque d'argent, comme il fait disparaître la couche iodurée des plaques daguerriennes.

« 13° Dans quelques expériences, la tache d'oxyde semble formée de plusieurs cercles concentriques. Pour étudier spécialement cette particularité des phénomènes, M. Grove fit choix d'un mélange de 1 volume d'oxygène et de 4 volumes d'hydrogène. La plaque fut rendue positive, et l'on amena l'extrémité inférieure de l'aiguille d'acier à des distances successivement égales à $^1/_{50}$, $^2/_{50}$, $^3/_{50}$, $^4/_{50}$, $^5/_{50}$ de pouce anglais ($0^{mm},51$, $1^{mm},02$, $1^{mm},52$, $2^{mm},03$, $2^{mm},54$).

« On obtint de la sorte, successivement, diverses apparences. La couleur de la tache centrale était jaune verdâtre au centre et bleu verdâtre sur les bords ; ensuite venait un cercle d'argent non oxydé, puis un anneau circulaire rouge cramoisi, tirant vers l'orangé sur le bord intérieur, et vers le pourpre foncé sur le bord extérieur. Quelquefois, au milieu de la tache centrale, on voyait un petit espace circulaire où l'argent paraissait parfaitement poli. Si l'on augmentait la distance de l'aiguille à la plaque au delà des limites précédentes, la tache centrale et l'anneau extérieur s'élargissaient au point de bientôt se confondre. Lorsque la plaque était négative, il se produisait, en face de la pointe, une sorte d'auréole sombre et mal définie, autour d'un espace circulaire central où l'argent poli était visible.

« 14° Une plaque d'argent étant placée dans l'air raréfié, on l'oxyda en deux points différents, la plaque étant successivement positive et négative. Ensuite, l'air raréfié étant remplacé par un mélange de 1 volume d'oxygène et de 4 volumes d'hydrogène, on rendit la plaque positive et on amena l'aiguille d'acier successivement sur chacune des deux tac[illegible] de pouce de distance. Il se



forma immédiatement un anneau brillant, semblable à ceux qu'on avait observés dans les expériences précédentes. Il suit de là évidemment que ces anneaux brillants ne sont pas dus simplement à une absence d'oxydation, mais résultent d'une action particulière de la décharge.

« 15° En observant les anneaux avec un microscope d'un grossissement égal à 200 diamètres, on ne vit rien de remarquable.

« 16° Dans l'oxygène pur, le protoxyde et le bioxyde d'azote et l'acide carbonique, la plaque s'oxyda également, quel que fût le sens de la décharge. Dans l'oxyde de carbone, il y eut oxydation lorsque la plaque fut positive, et réduction lorsqu'elle fut négative. Dans le gaz oléfiant, lorsque la plaque fut négative, il se produisit une tache assez étendue, montrant les anneaux colorés des lames minces complétement différents de ceux qui viennent d'être décrits. Au bout de quelquè temps, il se forma un dépôt pulvérulent qui donnait de brillantes étincelles. C'était probablement du charbon [1].

Voici comment M. Grove a essayé de s'expliquer les phénomènes :

« La décharge étant évidemment discontinue, d'après la nature même de l'appareil, avant chaque étincelle le milieu gazeux se polarise, et cette polarité n'est pas seulement physique, comme on le croit généralement, mais aussi chimique, l'oxygène acquérant une tendance à se rendre au pôle positif, et l'hydrogène une tendance contraire ; au moment qui précède immédiatement la décharge, l'électrode positive est recouverte d'une couche de molécules d'oxygène, et l'électrode négative d'une couche de molécules d'hydrogène. La décharge se produisant, les électrodes sont vivement échauffées ou reçoivent peut-être une disposition particulièrement favorable à l'exercice de leurs affinités chimiques ; l'électrode positive s'oxyde, l'électrode négative se désoxyde, si elle est déjà oxydée.....

« Deux autres théories pourraient être proposées : on pourrait

[1] M. Grove remarque que les expériences qui viennent d'être décrites ne réussissent pas toujours également bien dans des circonstances qui paraissent identiques. Il faut souvent changer un peu, soit le degré de raréfaction, soit les proportions des gaz mélangés, soit la distance de l'aiguille à la plaque.



admettre, par exemple, que la décharge par étincelle comme la décharge électrolytique transporte en sens contraire l'oxygène et l'hydrogène, mais cette idée serait en contradiction avec les expériences 2 et 3, où l'on voit les deux pôles s'oxyder ou se désoxyder simultanément. On pourrait encore imaginer que l'induction diélectrique produit une séparation matérielle des deux gaz; ce ne serait pas une couche moléculaire de chaque gaz qui environnait les deux, mais une couche d'épaisseur sensible. Un tel phénomène serait assurément très-curieux; mais il serait si peu d'accord avec l'ensemble de nos connaissances sur l'électricité, que je ne m'y arrêterai pas davantage.

« J'ai adopté les vues indiquées plus haut, parce qu'elles m'ont paru s'écarter le moins possible des théories ordinaires de l'électricité, et parce qu'il m'a été tout à fait impossible de m'expliquer les faits d'une autre manière tant soit peu satisfaisante. Si l'on regarde ces vues comme exactes, on remarquera sans doute l'identité presque complète qu'elles établissent entre la polarisation qui, dans un gaz, précède la décharge, et la polarisation qui, dans un électrolyte, précède la fermeture du circuit et la production du courant. »

« Dans une note additionnelle, datée du 24 avril 1852, M. Grove décrit quelques expériences qui ont eu pour objet d'éclaircir le mode de formation des anneaux brillants et obscurs dont il a été parlé plus haut. L'apparence de ces anneaux lui avait suggéré l'idée d'une sorte d'interférence des diverses décharges électriques; la décharge partant à la fois de l'extrémité du fil d'acier et d'une partie de sa surface, il serait possible d'admettre une sorte d'interférence entre les effets des diverses portions de la décharge qui ont parcouru des chemins inégaux. Quelque peu probable que puisse sembler cette hypothèse, elle a eu le mérite de conduire M. Grove à des observations intéressantes. Il a comparé l'effet d'une décharge transmise par une aiguille d'acier avec celui d'une décharge transmise par un fil de platine enfermé dans un tube de verre, comme dans l'expérience de Wollaston sur la décomposition électrique de l'eau. Le récipient contenant un mélange de 1 volume d'oxygène et de 5 volumes d'hydrogène sous une pression de 12 millimètres, la





distance parcourue par les décharges étant d'environ 2 millimètres, et la plaque d'argent étant positive, on n'a obtenu avec le fil de platine qu'une tache sombre et circulaire; avec l'aiguille d'acier, on a vu se produire le système d'anneaux.

« Dans une autre expérience, un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre fut fixé, avec de la cire, dans une position horizontale à $^1/_2$ millimètre au-dessus de la plaque d'argent. L'extrémité du fil de platine fut placée à $^1/_2$ millimètre au-dessus du fil et l'on fit passer les décharges. On obtint une apparence remarquable.

« Enfin, l'idée d'une action analogue aux interférences conduisit M. Grove à examiner l'espace traversé par les décharges entre la pointe et la plaque. Le récipient ne contenant que de la vapeur de phosphore, et la distance de la plaque à l'aiguille étant d'environ 25 millimètres, M. Grove remarqua que la lumière électrique était sillonnée de bandes obscures transversales. En même temps, il se formait un dépôt jaunâtre sur la plaque positive. La production des bandes transversales n'est d'ailleurs pas particulière à la vapeur de phosphore. »

---

## CHIMIE.

15. — SUR UNE NOUVELLE SÉRIE DE COMPOSÉS ORGANIQUES RENFERMANT DES MÉTAUX, par M. E. FRANKLAND. (*Phil. Magaz.*, vol. V, pages 159 et 239.)

M. Frankland a continué ses belles recherches sur les radicaux organo-métalliques, formés d'un radical alcoolique et d'un métal. Depuis plus de trois ans qu'il a ouvert ce champ d'investigations, plusieurs chimistes ont fait connaître sur ce sujet des travaux dont nous avons rendu compte dans les Archives, et dont le plus récent est celui de M. Lœwig sur le stannéthyle et ses composés (*Bibl. Univ. Archives*, *XXI*, 319). Nous nous bornerons donc à mentionner les faits qui n'ont pas été décrits par d'autres chimistes.

M. Frankland a observé que les iodures organo-métalliques peuvent être obtenus non-seulement en traitant l'iodure des radicaux alcooliques par un métal, dans des tubes scellés à la lampe et expo-

sés à une température de 160°-180°, mais que dans certains cas l'action de la lumière suffit pour déterminer la réaction. Dans d'autres cas il est convenable d'employer concurremment la lumière et la chaleur. La lumière diffuse n'agit que très-lentement, tandis que la réaction s'effectue assez rapidement sous l'influence directe du soleil ou au foyer d'un réflecteur, en ayant soin d'absorber les rayons calorifiques par de l'eau ou une dissolution de sulfate cuivrique, pour éviter une trop grande élévation de la température. Ainsi l'iodure éthylique exposé au contact de l'étain à l'action des rayons du soleil, se convertit en deux jours en un corps solide et un mélange de deux gaz, hydrure d'éthyle (méthyle) et gaz oléfiant, qui résultent de la décomposition d'une partie de l'iodure éthylique, sous l'influence de l'étain, en iodure stannique et éthyle, qui lui-même au moment de sa mise en liberté se scinde en méthyle et gaz oléfiant.

Le corps solide est l'*iodure de stannéthyle.* Il cristallise en prismes rectangulaires droits, faiblement jaunâtres, tantôt aciculaires, tantôt d'une ligne de largeur sur 2 3 pouces de longueur. Il fond à 42° C. (38° suivant M. Cahours) et bout à 240° C. en éprouvant une décomposition partielle.

Outre l'oxide et le chlorure de stannéthyle, M. Frankland a aussi préparé le *sulfure de stannéthyle*, en faisant passer de l'hydrogène sulfuré dans la dissolution d'un sel de stannéthyle. Ce sulfure se présente sous la forme d'un précipité blanc amorphe, d'une odeur insupportable de radis pourris, et qui, sous l'influence de la chaleur, fond, se boursouffle et se décompose. Il est insoluble dans les acides étendus et l'ammoniaque, mais il se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, dans les alcalis fixes et dans les sulfures alcalins.

*Stannéthyle.* M. Frankland a préparé ce radical en plongeant une lame de zinc dans une dissoluton de chlorure de stannéthyle. Le zinc se recouvre promptement de gouttes huileuses, pesantes et jaunes, qui peu à peu se détachent de la lame par la partie inférieure et se rassemblent au fond du vase. Le concours d'une douce chaleur favorise la formation de ce corps. Ce corps huileux a été



lavé avec de l'eau froide, séché sur du chlorure calcique et soumis à l'analyse qui a conduit à la formule $C^4 H^5 Sn$. Ainsi en présence du zinc, le chlorure de stannéthyle cède le chlore au zinc et le stannéthyle est mis en liberté :

$$\left.\begin{matrix} C^4\ H^5\ Sn\ Cl \\ Zn \end{matrix}\right\} = \begin{matrix} Zn\ Cl \\ C^4\ H^5\ Sn \end{matrix}$$

A la température ordinaire le stannéthyle est un liquide huileux, épais et pesant, jaune ou jaune-brunâtre, doué d'une odeur âcre très-pénétrante, analogue à ses composés, mais plus forte. Il est insoluble dans l'eau et se dissout dans l'alcool et l'éther. Il entre en ébullition vers 150°, dépose de l'étain et dégage un liquide incolore, doué d'une odeur particulière, que l'on peut recueillir par la distillation. Ce liquide renferme de l'étain en assez grande quantité, mais il ne se combine ni avec l'iode ni avec le brome. M. Frankland suppose qu'il renferme deux équivalents d'éthyle sur un équivalent d'étain ($Sn (C^4 H^5)^2$) et le désigne par le nom de *binéthide d'étain.*

Le stannéthyle attire rapidement l'oxygène de l'air et se convertit en une poudre blanche qui offre toutes les propriétés de l'oxyde de stannéthyle. Il se combine directement avec le chlore, l'iode et le brome. Les deux premiers sels sont identiques au chlorure et iodure de stannéthyle qui ont été décrits; le bromure cristallise en longues aiguilles blanches, qui ressemblent parfaitement au chlorure, et dont l'analyse a conduit à la formule $C^4 H^5 Sn Br$.

M. Frankland a préparé les iodures de stanméthyle et de stannamyle en exposant à l'action de la lumière les iodures de méthyle et d'amyle en présence de l'étain. Ces sels sont isomorphes avec ceux de stannéthyle; mais les expériences n'étant pas encore terminées, les détails relatifs à ces composés feront l'objet d'un mémoire subséquent.

L'auteur a répété ses expériences sur le zincométhyle et le zincéthyle dont il a été rendu compte précédemment (Archives, XIII, 326), et a confirmé par des analyses exactes les résultats consignés antérieurement et les prévisions qu'il avait énoncées sur leur com-

position. Il a, en outre, préparé d'une manière analogue le zincamyle, qui est aussi un liquide incolore et transparent, qui répand au contact de l'air des fumées blanches, sans toutefois s'enflammer spontanément. Au contact de l'eau, il se décompose en oxyde de zinc et hydrure d'amyle.

*Action du mercure sur l'iodure méthylique.* Sous l'influence des rayons du soleil, le mercure se dissout peu à peu dans l'iodure méthylique; le liquide dépose contre le verre de petits cristaux dont le nombre augmente de plus en plus jusqu'à ce qu'au bout d'une semaine environ, il soit converti en une masse cristalline transparente. En reprenant par l'éther, le produit cristallin se dissout et laisse un résidu de mercure et d'iodure jaune de mercure. Par l'évaporation spontanée, la dissolution éthérée se prend en masse formée d'écailles cristallines incolores, dont l'analyse a conduit à la formule $C^2 H^3 Hg I$.

L'iodure mercurométhylique cristallise en petites écailles nacrées, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et très-solubles dans l'éther et l'iodure méthylique; il est faiblement volatil à la température ordinaire et répand une odeur particulière et désagréable; à 100° il est assez volatil pour que les cristaux se dissipent rapidement lorsqu'ils y sont exposés à un courant d'air. A 143° il fond, sublime sans altération et se condense en lames cristallines brillantes et extrêmement minces. Les alcalis le convertissent en oxyde mercurométhylique qui se redissout dans un excès du réactif. Le sulfure ammonique précipite de cette dissolution du sulfure mercurométhylique, sous la forme de flocons jaune pâle doués d'une odeur insupportable.

Le composé correspondant contenant de l'amyle se forme dans les mêmes circonstances quoique moins facilement; mais celui d'éthyle n'a pas encore pu être préparé.

M. Frankland a aussi fait quelques expériences préliminaires sur d'autres métaux, et paraît avoir obtenu des résultats fort intéressants avec l'arsenic, l'antimoine, le chrôme, le fer, le manganèse et le cadmium qu'il se propose de publier prochainement.



## ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

16. — NOTE SUR LA PATRIE PRIMITIVE ET L'ORIGINE DU BŒUF DOMESTIQUE, par M. JOLY. (Extrait du Journal d'Agriculture pratique du midi de la France.)

M. Joly cherche, dans cette notice, à fixer la patrie primitive du bœuf, et la souche sauvage dont il provient. Il admet la probabilité de son origine asiatique. « Si l'on se rappelle, dit-il, les nombreux passages de l'Ecriture sainte, où il est question de cet animal; si l'on songe que c'est dans les heureuses contrées situées entre le Tigre et l'Euphrate que la civilisation semble avoir pris naissance; si l'on considère que la plupart de nos animaux domestiques nous viennent de l'Asie, peut-être admettra-t-on sans difficulté que l'Asie est aussi le berceau des bœufs, qui sont devenus les compagnons de nos travaux. Telle est, du moins, l'opinion de M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, telle est aussi la nôtre.

« Cependant, ajoute-t-il, nous sommes loin de prétendre que l'Europe n'ait pu, à une époque comparativement assez récente, donner naissance à quelques-unes des races dont nous nous servons aujourd'hui; mais, même dans ce cas, la souche sauvage européenne proviendrait, selon nous, des taureaux asiatiques transportés dans nos climats à une époque antérieure aux temps que l'on nomme historiques.

« Quelle est donc la souche sauvage de nos bœufs européens? Est-ce le βόνασος d'Aristote, le *bison* ou bœuf velu des Romains (Sénèque, Pline, etc.), si remarquable par sa crinière laineuse, le *zubr* des Polonais, l'*aurochs* des Allemands du Nord? Ou bien est-ce le *tur* ou *thur* des Polonais actuels, l'*urus* dont il est question dans César, et que ce guerrier historien nous représente comme un animal vivant dans la forêt Hercynienne, d'une taille un peu plus petite que l'éléphant, très-semblable au taureau par la couleur du pelage et par la configuration extérieure, mais différent de lui par la grandeur et la forme des ses cornes, et doué d'une force et d'une vélocité prodigieuses? (César, *de Bello Gallico*, VI, 28.)

M. Joly rappelle l'opinion de Buffon. Cet illustre naturaliste, après



avoir dit expressément qu'il ne faut pas confondre l'espèce de nos bœufs avec celle de l'aurochs, du buffle et du bison, abandonne bientôt cette première idée, et, dans un supplément à son Histoire naturelle du bœuf, il ajoute :

« L'*urus* ou *aurochs* est le même animal que notre taureau « commun dans son état naturel et sauvage.

« Le bison ne diffère de l'aurochs que par des variétés acciden- « telles, et, par conséquent, il est, aussi bien que l'aurochs, de la « même espèce que le bœuf domestique. »

« Enfin, il dit un peu plus loin : « Ainsi, le bœuf sauvage et le « bœuf domestique, le bœuf de l'Europe, de l'Asie, de l'Afrique et « de l'Amérique, le bonasus, l'aurochs, le bison et le zébu sont « tous des animaux d'une seule et même espèce, qui, selon les « climats, la nourriture et les traitements différents, ont subi toutes « les variétés que nous venons d'exposer. »

« Cuvier admet, au contraire, qu'il a réellement existé deux espèces sauvages en Europe. L'une le *βόνασος* ou *bison* des anciens, l'*aurochs* des Allemands, le *zubr* des Polonais, qui n'a jamais été soumise à l'esclavage ; l'autre serait l'*urus* de César, le *thur* des Polonais, qui après avoir donné naissance à nos bœufs domestiques, aurait complétement disparu de la surface du globe, et cela, depuis un temps très-rapproché de nous (vers la fin du seizième siècle).

« Enfin, loin de croire, avec Buffon, que notre bœuf ordinaire est identique avec celui qu'on trouve dans les divers pays du monde, le bison d'Amérique y compris, et le buffle excepté, Cuvier énumère et décrit jusqu'à huit espèces de bœufs, et il indique surtout entre le bœuf proprement dit, l'aurochs et le bison d'Amérique des caractères qui ne permettent réellement pas de les confondre. »

Après avoir démontré que notre bœuf ordinaire ne peut être confondu ni avec le bison d'Amérique, ni avec le zébu, il le compare à l'urus, dont l'ancienne existence en Europe est constatée par César, Pline, et par diverses traditions et peintures plus récentes. M. Joly a, en particulier, recueilli les faits suivants :

« On lit dans les Niebelungen, vaste épopée allemande qui re- « monte au siècle des Hohenstaufen :



« Darnach schluch er (der starke Sivrit) schiere einen *Wisent*, « und einen Elchk, starchker *Ure* viere und einen grimmigen « *Schelchk*. (Edit. de V. D. Hagen, 1830, p. 114.)

« Traduction. « Puis il (le valeureux Sigfrid) frappa tout à « coup un *bison*, un *élan*, quatre vigoureux *urus*, et un *taureau* « furieux. »

« D'après Hamilton Smith (« Règne animal » of Cuvier, by Griffith, 415), Fitz Stephen parle de ces *Uri sylvestres* qui, de son temps (vers 1150) infestaient la grande forêt qui environnait Londres.

« La famille écossaise de Turnbull a, dit-on, tiré son nom de l'*urus* ou *tur* avec lequel un de ses ancêtres combattit au commencement du seizième siècle.

« On sait que saint Saturnin fut attaché aux cornes d'un bœuf sauvage qui a donné son nom à l'une des églises qui, dans la suite, furent bâties en l'honneur de ce glorieux martyr (l'église du *Taur*).

« Enfin, Hamilton Smith dit avoir vu, chez un négociant d'Augsbourg, un vieux tableau dont l'origine doit remonter jusqu'aux premières années du seizième siècle.

« Cette peinture représente en profil un bœuf sans crinière, mais très-velu, à grosse tête, à épaisse encolure. Son fanon est d'un noir de suie ; son menton seul est blanc ; il a les cornes dirigées en avant et en haut, un pelage assez pâle, plus foncé seulement sur les extrémités. Dans un angle du tableau, on voit des restes d'armoiries, et l'on distingue encore, bien qu'il soit à moitié effacé, le mot *thur* écrit en lettres d'or. »

L'aurochs très-répandu autrefois dans la Pologne, la Prusse, les Vosges, etc., est à peu près confiné dans la forêt de Bialowicza où, malgré la protection de l'empereur de Russie, il tend à diminuer tous les jours.

M. Joly montre avec raison que l'on ne doit pas le confondre avec l'urus, dont il diffère tout à fait par ses caractères, ces deux espèces ont été constamment désignées sous des noms analogues, les mots *ur*, *urus*, *urochs*, *auerochs* et *aurochs*, ayant évidemment la même origine, ont été appliqués d'abord à l'urus et improprement, par confusion, au bison.

M. Joly conclut ainsi : « Tout semble prouver que l'Inde est la patrie primitive du bœuf: que de là il s'est répandu en Afrique, où nous le voyons représenté sur les plus anciens monuments de l'Egypte, et en Europe, où, redevenu sauvage, et connu sous le nom d'*urus*, *urochs*, *auerochs*, *aurochs*, il a donné naissance au taureau (*thor*, *ταῦρος*, *taurus*, *tur*), et par suite à nos bœufs domestiques transportés depuis jusque sur le sol américain. Le *bison* européen, improprement et ultérieurement désigné sous le nom d'*aurochs*, n'a jamais été, comme ce dernier nom l'indique, le bœuf primitif, le bœuf souche du nôtre; mais il est resté, au contraire, constamment à l'état de liberté dans les vastes forêts de la Gaule, de la Prusse et surtout de la Lithuanie, qu'il semble avoir choisie pour tombeau. »

Nous nous permettrons de faire une objection à M. Joly. Une partie de son opinion semble contredite par la paléontologie, car on trouve fossile, dans les terrains diluviens, le *bos urus* aussi bien que le *bos bison*. L'urus a précédé l'homme en Europe, et ces bœufs fossiles ne sont pas *redevenus* sauvages. Il nous semble nécessaire d'admettre que l'urus et le bison ont vécu ensemble en Europe avant que l'homme ait peuplé cette contrée. La question de savoir si l'homme a amené le bœuf d'Asie ou si il a domestiqué l'urus est plus délicate et plus difficile à résoudre. F.-J. P.

17. — NOTE SUR LA CIRCULATION PÉRITRACHÉENNE CHEZ LES INSECTES, par M. JOLY.

La circulation péritrachéenne est fort contestée par plusieurs naturalistes, aussi sans vouloir trancher la question d'aucune manière, avons-nous enregistré avec soin toutes les expériences qui ont été tentées de part et d'autre pour tâcher d'éclaircir ce point délicat de physiologie. M. Blanchard s'était récemment fort appuyé de certaines expériences faites par MM. Bassi et Alessandrini (voyez *Bibl. Univ.*, mai 1852), M. Joly conteste ces résultats, et en répétant avec soin ces expériences il est arrivé aux conclusions suivantes, qui lui paraissent devoir modifier les premières :



« En obligeant les vers à soie à se nourrir de feuilles de mûrier, saupoudrées de garance ou d'indigo, l'on peut obtenir, mais l'on n'obtient pas toujours des cocons rouges ou bleus.

« La teinte, plus ou moins prononcée que présentent ces cocons, est due à un simple frottement du corps du ver sur la soie du cocon, et non à un acte essentiellement physiologique.

« Il suffit de teindre *extérieurement*, à l'aide d'un pinceau trempé dans l'indigo, un ver nourri à la garance pour obtenir un cocon bleu.

« En lavant avec soin un ver à soie nourri à l'indigo, l'on voit l'animal produire un cocon blanc.

« Le régime à la garance et à l'indigo n'exerce aucune action sur les filières; donc il serait irrationnel de chercher à donner, par ce moyen, une teinte durable et uniforme aux cocons.

« Le régime à la garance et à l'indigo n'exerce non plus aucune action sur les trachées. Ces tubes respiratoires conservent leur couleur naturelle.

« Lors même que les trachées deviendraient rouges ou d'un bleu d'indigo, ce fait s'expliquerait très-bien, en admettant qu'elles sont teintes à l'extérieur par le sang qui les baigne, et qui aurait pris lui-même une de ces nuances.

« Cette coloration du sang en bleu ou en rouge n'ayant été aperçue ni par MM. Alessandrini, Bassi et de Filippi, ni par nous, cette même coloration n'étant pas un fait constant, et celle des trachées ne l'étant pas davantage, de l'aveu de M. Blanchard, cette irrégularité même accuse d inexistence la circulation *entièrement vasculaire* du sang chez les insectes, et surtout sa circulation dans des espaces péritrachéens, qui, selon nous, n'existent pas non plus.

G. R.

---

18. — ATLAS DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE, par M. le Dr FUNKE, de Leipzig, 1853.

Le microscope est devenu un des auxiliaires les plus utiles de la chimie physiologique. Les travaux de C. Schmidt, Donné, Golding



Bird, Gorup Besanez, Lébert, etc., ont fait voir quels services cet instrument pouvait rendre à la physiologie et à la pathologie. Mais le choix, l'unité des objets représentés d'un côté, le manque de correction et l'idéalisation dans les dessins de l'autre, rendaient ces ouvrages peu propres à servir dans les mains du commençant, pour lequel ils doivent remplacer les directions d'un maître exercé. L'auteur de l'ouvrage indiqué a tâché de combler cette lacune en représentant avec une fidélité minutieuse tous les objets de la chimie physiologique, dont l'examen microscopique et microchimique peut présenter de l'importance. Le véritable mérite de cet ouvrage consiste dans son originalité. Tous les dessins sont des reproductions fidèles d'objets vus et dessinés par l'auteur lui-même. La lithographie a parfaitement reproduit le dessin original. Un texte explicatif fort concis accompagne l'atlas. Quelques détails empruntés à ce texte, présentant souvent des observations originales de l'auteur, ne sont dépourvus d'intérêt sous le point de vue physiologique et pathologique. Nous citerons en particulier les suivants :

*Tab. X, fig.* 1. Cristaux obtenus avec du sang normal de l'homme (Blutkristalle). Après avoir vu cristalliser le contenu albumineux des globules de sang réuni à la matière colorante rouge provenant de la vena splenica du cheval et du cœur de quelques poissons, M. Funke réussit à obtenir ces mêmes cristaux avec du sang de l'homme. Ces observations continuées et constatées par Kunde, ont prouvé d'une manière évidente le fait, que le sang de l'homme et des animaux pris dans un vaisseau sanguin quelconque possède la faculté de cristalliser. Voici la méthode bien simple suivant laquelle on prépare ces cristaux à l'aide du sang humain. On porte sur une plaque en verre une goutte de sang obtenu par une piqûre dans la main. (L'expérience réussit cependant mieux quand on prend du sang qui a reposé pendant un jour.) Après avoir laissé évaporer pendant un instant, on ajoute une goutte d'eau distillée et l'on couvre avec une plaque mince et légère. A peine le liquide s'est-il évaporé un peu, que l'on voit apparaître des cristaux rouges en forme de baguettes, de prismes, de tables rhomboïdales.

*Tab. XI, fig.* 5. Pus en fermentation acide conservé pendant



deux mois dans un flacon hermétiquement fermé, mais renfermant de l'air.

Ce pus, qui présentait une réaction acide, renfermait de nombreuses petites granulations blanches ; examinées sous le microscope, elles se composaient de faisceaux de cristaux d'acide margarique (en forme de feuilles de lis), d'acide stéarique (en rhomboïdes) et d'aiguilles abondantes de margarine.

*Tab. XIII, fig.* 3. Sédiment de l'urine trouble d'un individu affecté d'un catarrhe de la vessie.

De beaux cristaux de phosphate de magnésie et d'ammoniaque sont accompagnées de granulations muqueuses serrées en plaques.

Les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, si faciles à distinguer par leurs formes, se trouvent ordinairement dans toute urine qui a reposé pendant longtemps à l'air. Mais dans l'affection mentionnée, l'urine les renferme en quantité abondante. J'ai constaté récemment cette observation.

*Tab. XIV, fig.* 4. Sédiment formé de champignons et de conferves dans l'urine d'un individu affecté de diabetes mellitus.

Au bout de huit jours il s'était formé beaucoup de champignons identiques avec mycoderma cerevisiæ. Leur formation est constante dans la fermentation de l'urine des personnes qui souffrent du diabetes ; ils sont accompagnés de conferves bifurqués remplis de spores. J.-B. SCHNETZLER.

---

19. — NOTE SUR LE MOYEN DE NOURRIR LES JEUNES SAUMONS ET LES JEUNES TRUITES DANS LES VIVIERS, par M. COSTE. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, du 14 avril 1853).

La fécondation artificielle des poissons, sur laquelle nous avons donné à divers reprises quelques détails, ne rencontre pas de difficultés jusqu'à ce que le petit poisson soit éclos. Mais il peut paraître moins facile de trouver pour les espèces carnivores une alimentation convenable dans le premier âge. M. Coste a tenté à cet égard quelques nouvelles expériences, et en a exposé comme suit le résultat :

Il y a, pour convertir en alevin les jeunes poissons carnivores qui viennent d'éclore, deux obstacles à surmonter : 1° celui de les détourner des préférences de leur instinct, en les soumettant à un régime opposé à celui qu'ils adoptent quand ils vivent en liberté ; 2° celui de leur infliger ce régime dans des parcs où on les tient en une sorte de domesticité.

Ce double problème est aujourd'hui complétement résolu. Les jeunes saumons et les jeunes truites, éclos au Collége de France, y vivent maintenant de proies mortes, auxquelles on donne, en les broyant, une ténuité proportionnée à la petitesse des animaux qu'on veut en nourrir. Voici dans quelles conditions nous obtenons ce résultat :

Deux milles saumons, nouvellement éclos, ont été parquées dans un étroit canal en terre cuite, de 55 centimètres de long, de 15 de large, de 8 de profondeur, où le courant est entretenu par un simple filet d'eau de la grosseur d'une paille. Ils y grandissent visiblement, et, dans un même espace de temps, ils y prospèrent davantage que ceux qui vivent à l'état sauvage. La nourriture qu'on leur donne consiste en une pâtée formée de chair musculaire bouillie, réduite en fibrilles déliées, que nos jeunes élèves recherchent avec plus d'avidité et de profit que le sang coagulé proposé dans ces derniers temps.

Ce qu'il y a d'intéressant dans cette expérience, c'est encore moins le genre de nourriture que la possibilité de donner cette nourriture à un nombre si prodigieux d'individus dans un espace si restreint. Je vais continuer ces essais avec d'autres substances alimentaires, la chair de poisson blanc, par exemple, et dès que j'aurai de nouveaux résultats à faire connaître, je m'empresserai de les communiquer à l'Académie, ainsi que ceux déjà obtenus sur l'acclimatation des saumons dans les eaux complétement stagnantes.

En attendant, je fais passer sous ses yeux un saumon de six mois, élevé au Collége de France, dans un ruisseau artificiel de 2 mètres de long, de 50 centimètres de large ; saumon qui est sensiblement plus grand que ceux du même âge qu'on prend dans les



rivières d'Ecosse, comme on peut s'en assurer en le comparant à celui qui est figuré dans l'ouvrage de M. Ephéméra.

---

20. — Quelques faits relatifs a l'embryogénie des Ancyles, et en particulier sur l'Ancyle capuloïdes, Porro, par M. Gassies. (*Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*, tome XVIII, 2me série, tome VII, p. 365.)

Un des genres les plus intéressants de la faune française, parmi les mollusques, et l'un des moins étudiés, est le petit Ancyle de Geoffroy (Traité des coquilles des environs de Paris). Ballotté de famille en famille, M. de Blainville avait créé pour ce genre et l'Haliotis la famille des Otidés, se basant sur ce que les Ancyles étaient pectinibranches, supposition entièrement erronée. M. Moquin-Tandon affirma à l'auteur du mémoire qu'ils ne sont pas semi-phyllidiens, comme l'assurent Férussac, Agassiz et Dupuy. En effet, le lobe oriforme faisant l'office de véritables branchies, par conséquent les Ancyles doivent être séparés des pulmonés pour rentrer dans les pectinibranches. Gray, dans *Turton*, a créé un genre *Vettylia* adopté par M. Moquin-Tandon, et, basé sur ce que l'*Ancylus fluviatilis* est à coquille dextre et à animal senestre, tandis que l'*Ancylus lacustris* a sa coquille et son animal dextre, M. Gassies prononce la réunion de l'*Ancylus capuloïdes* de Porro (*Malac. comasca*) à l'*A. fluviatilis* de Müller, cette espèce n'étant qu'une variété produite par l'habitat et acquérant un plus grand développement. L'auteur fait suivre ces faits spécifiques d'études très-suivies sur l'embryologie et le développement des Ancyles. Une planche jointe au mémoire en donne l'explication. Les observations de M. Gassies sont presque identiques avec celles faites par M. Bouchard-Chanterau sur la ponte de l'Ancyle fluviatile et insérées dans le cinquième volume, pages 310-314 des *Actes de la Société Linnéenne* en 1832.

---

## BOTANIQUE.

21. — CHITTY; MOUVEMENTS DE LA FLEUR DU VICTORIA REGIA (*Hooker, journal of botany*, mars 1853).

M. Edouard Chitty, de Kingston, dans la Jamaïque, a observé de nouveau le mouvement de cette fleur, découvert par Paxton. Le 8 septembre à six heures du matin, il a vu que le sommet de la fleur était comme la veille au soir, tourné vers le nord-ouest. A mesure qu'il s'éleva au-dessus de l'eau, la fleur dévia graduellement à l'ouest, au sud, et finit par reprendre sa première position au nord-ouest. En même temps le pédoncule était devenu de plusieurs pouces plus long que cela n'était nécessaire pour élever naturellement la fleur à la surface de l'eau, et avait pris la forme d'une spire. Le même jour, à 3 h. $^1/_2$ après midi, la fleur était tournée au nord-ouest, et par sa partie sud reposait sur la dernière jeune feuille. Pendant que M. Chitty étudiait cette position de la fleur, celle-ci tourna subitement et dévia d'un quart de cercle, c'est-à-dire du nord-ouest au nord-est.

Le jour suivant, le docteur Mac Nab, observa encore ce même mouvement, et vit clairement que la fleur tournait sur elle-même comme une boule autour d'un axe, et que, dans ce cas, ce mouvement rotatoire avait lieu du nord-est au nord. De même une autre fleur, quoiqu'encore en bouton, d'abord tournée au nord, dévia subitement à l'est. Le 14 septembre, à 4 heures du matin, cette fleur s'était tournée à l'est, et entre cette heure et midi elle reprit sa première position nord.

Les différentes observations portent à croire que ce sont les contorsions mêmes du pédoncule, s'enroulant en spirale, qui procurent à la fleur ces changements de direction.

Les torsions en arrière et en avant peuvent être comparées à celles d'une corde de violon, alternativement soumise à la sécheresse et à l'humidité. Mais quelle est la force qui agit ainsi sous l'eau? c'est ce qu'il nous est impossible de comprendre.



22. — Observations de M. le comte Péroffsky, sur les Anoplanthus du Caucase, plantes parasites.

Dans la famille des Orobanches, un des genres les plus remarquables est le genre Anoplanthus, divisé entre l'Amérique septentrionale et la région du Caucase. Les voyageurs ont tous été frappés de la beauté des fleurs, rouge de feu, de l'Anoplanthus Biebersteinii, qui habite autour du Caucase, et dont M. Boissier avait trouvé une variété dans l'Anatolie. Cette dernière vivait sur la racine d'une espèce de centaurée qu'on n'a pas pu déterminer. Il était réservé à M. le comte Péroffsky, ministre de l'intérieur de Russie, amateur zélé de botanique, de constater que la plante du Caucase croit sur les racines du *Centaurea dealbata Bieb.* Les observations publiées par M. F.-E.-L. Fischer, dans le Bulletin de la Société des naturalistes de Moscou (1852, vol. 1, p. 105), ont été faites sur le mont Bechtau. L'autre espèce de cette région, l'*Anoplanthus Tournefortii*, paraît venir sur une autre composée, le *Pyrethrum myriophyllum Mey.*

---

ERRATA.

*Archives des Sciences physiques et naturelles,* cahier de mai 1853.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Page 16, lig. 2 en remont., | *au lieu de* | figure 5 | *lisez* | figure 6 |
| » 17, » 8, | » | Régulateur | » | Régulateur, |
| » 20, » 2, | » | à vis *v* | » | à vis *ν* |
| » 22, » 22, | » | fixé par | » | fixé sur |
| » 22, » 26, | » | *m* | » | *mm'* |
| » 23, » 3, | » | *f'y'tki...* | » | *f'y'tki'* |
| » 23, » 4, | » | QQ'*b'*... | » | QQ'*b*. |

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE MAI 1858.

Le 1er, forte rosée, halo solaire partiel de 6 h. à 7 h. du matin.

» 2, halo solaire à plusieurs reprises dans la matinée.

» 4, halo solaire à plusieurs reprises dans l'après-midi.

» 8, il a neigé jusqu'au pied des montagnes.

» 9, gelée blanche.

» 12, à midi, tonnerres du côté du Sud.

» 15, de 4 h. 15 m. à 4 h. 30 m. orage avec éclairs et tonnerres, direction du SE au NO; à 4 h. 45 m. un second nuage orageux, direction du S au N, éclairs et tonnerres, jusqu'à 5 h. 30 m., forte averse avec un peu de grêle.

» 17, Tonnerres au SE, depuis 2 h. 15 m., l'orage se meut le long des montagnes à l'E en suivant la direction du S au N. Un second orage éclate au S à 4 h., il suit également la direction du S au N.

» 18, à 9 h. 30 m. beau halo solaire partiel, une partie est cachée par des nuages.

» 19, de 4 h. 30 m. à 5 h. de forts coups de tonnerre, direction de l'orage du S au N. Dans la soirée de beaux éclairs à l'E, sans nuages.

» 22, halo lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

» 26, à 2 h. 30 m. halo solaire partiel.

» 27, de midi à midi 15 m. tonnerres du côté du S, de 2 h. 35 m. à 2 h. 38 m. deux forts coups de tonnerre, direction de l'orage du S au N.

Température du Rhône:

| | |
|---|---|
| 1re décade, | + 9°,79 |
| 2me » | +10°,05 |
| 3me » | +11°,88 |
| Mois | +10°,63 |

Minimum le 11 + 8°,55. Maximum le 28 + 13°,20.



| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s. | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim. | FRACTION DE SATURATION. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | EAU dans les 24 h | VENT dominant. | Clarté moy. du Ciel. | [illegible]imètre à midi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | | pouces. |
| 1 | 725,76 | 723,59 | 724,98 | 725,40 | + 9,3 | +14,1 | +12,1 | + 9,8 | + 2,7 | +15,4 | 0,86 | 0,67 | 0,61 | 0,75 | » | N. 1 | 0,14 | 26,0 |
| 2 | 725,88 | 724,67 | 723,90 | 723,99 | +10,0 | +15,1 | +16,5 | +13,2 | + 4,3 | +18,7 | 0,73 | 0,53 | 0,36 | 0,78 | » | S. 1 | 0,98 | 26,0 |
| 3 | 723,92 | 723,44 | 722,99 | 725,21 | +11,5 | +13,6 | +15,2 | +11,7 | +10,0 | +17,0 | 0,94 | 0,85 | 0,63 | 0,94 | 15,8 | N. 1 | 0,97 | 26,5 |
| 4 | 725,32 | 723,68 | 721,88 | 721,12 | +10,9 | +16,1 | +15,9 | +15,3 | + 8,9 | +16,8 | 1,00 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | » | N. 1 | 0,87 | 27,0 |
| 5 | 722,54 | 722,11 | 721,04 | 720,47 | +12,6 | +13,4 | +12,7 | +11,2 | +10,1 | +14,2 | 0,79 | 0,72 | 0,72 | 0,74 | » | N. 2 | 0,48 | 27,0 |
| 6 | 717,15 | 715,96 | 713,67 | 713,19 | + 8,3 | +10,6 | +12,6 | +10,2 | + 7,2 | +13,2 | 0,72 | 0,71 | 0,65 | 0,81 | » | N. 2 | 0,87 | 28,0 |
| 7 | 712,87 | 713,47 | 713,82 | 715,32 | +11,0 | +14,1 | +13,7 | + 9,7 | + 9,0 | +15,1 | 0,69 | 0,47 | 0,51 | 0,58 | » | variab. | 0,74 | 28,5 |
| 8 | 716,11 | 716,68 | 719,87 | 725,81 | +10,6 | +13,2 | + 8,2 | + 3,6 | + 2,4 | +14,0 | 0,50 | 0,40 | 0,51 | 0,82 | 0,8 | SSO. 2 | 0,78 | 29,0 |
| 9 | 723,29 | 722,25 | 720,50 | 719,97 | + 4,2 | + 7,0 | + 5,0 | + 5,4 | - 0,7 | + 7,4 | 0,77 | 0,67 | 0,95 | 0,89 | 11,0 | N. 1 | 1,00 | 30,0 |
| 10 | 724,76 | 726,41 | 726,12 | 727,02 | +11,3 | +14,0 | +14,0 | + 9,6 | + 4,9 | +15,2 | 0,76 | 0,65 | 0,62 | 0,96 | 5,7 | SSO. 1 | 0,97 | 30,0 |
| 11 | 725,58 | 724,34 | 723,63 | 722,86 | + 7,6 | + 8,5 | + 8,1 | + 9,5 | + 7,0 | + 9,6 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 14,1 | N. 1 | 1,00 | 31,0 |
| 12 | 723,26 | 723,40 | 724,19 | 725,09 | +10,8 | +15,6 | +14,6 | +10,6 | + 8,8 | +16,7 | 0,91 | 0,73 | 0,75 | 0,90 | 9,0 | N. 1 | 0,92 | 31,0 |
| 13 | 726,62 | 725,66 | 724,23 | 723,76 | +12,9 | +16,3 | +18,0 | +13,9 | + 9,7 | +18,6 | 0,85 | 0,69 | 0,58 | 0,74 | 0,2 | N. 1 | 0,57 | 31,5 |
| 14 | 724,23 | 723,00 | 721,14 | 722,00 | +11,4 | +13,2 | +13,8 | +12,3 | +10,5 | +14,9 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,78 | » | N. 1 | 0,90 | 32,0 |
| 15 | 722,19 | 721,78 | 719,71 | 720,58 | +11,7 | +15,0 | +14,8 | +12,8 | +10,4 | +17,5 | 0,84 | 0,71 | 0,77 | 0,95 | 10,8 | N. 1 | 0,81 | 32,0 |
| 16 | 719,60 | 718,05 | 718,43 | 718,69 | +10,9 | +14,6 | +13,8 | +11,7 | + 9,3 | +16,5 | 0,94 | 0,74 | 0,71 | 0,84 | 1,9 | variab. | 0,97 | 32,0 |
| 17 | 718,25 | 717,09 | 716,87 | 718,87 | +12,2 | +18,0 | +15,6 | +10,5 | + 7,6 | +19,8 | 0,87 | 0,67 | 0,59 | 0,94 | 7,1 | S. 1 | 0,77 | 32,0 |
| 18 | 720,29 | 720,68 | 721,05 | 723,54 | +13,4 | +17,3 | +12,9 | +10,8 | + 9,4 | +20,1 | 0,77 | 0,64 | 0,78 | 0,97 | 3,3 | variab. | 0,96 | 31,5 |
| 19 | 726,37 | 726,06 | 725,46 | 726,19 | + 8,8 | +17,0 | +13,9 | + 9,9 | + 7,9 | +18,0 | 1,00 | 0,31 | 0,71 | 0,88 | 13,3 | S. 1 | 0,71 | 32,0 |
| 20 | 726,36 | 725,29 | 725,74 | 725,19 | +12,9 | +16,0 | + 9,5 | +10,2 | + 5,6 | +18,0 | 0,77 | 0,55 | 0,92 | 0,93 | 3,3 | variab. | 0,82 | 33,0 |
| 21 | 723,59 | 723,35 | 722,33 | 722,89 | + 8,2 | +10,4 | +12,0 | + 9,4 | + 4,4 | +13,0 | 1,00 | 0,71 | 0,65 | 0,78 | 0,3 | N. 1 | 0,61 | 33,0 |
| 22 | 723,41 | 723,01 | 722,19 | 722,88 | + 9,7 | +12,6 | +13,8 | +11,9 | + 3,0 | +14,6 | 0,76 | 0,73 | 0,51 | 0,61 | » | N. 1 | 0,27 | 34,0 |
| 23 | 725,17 | 724,87 | 722,75 | 722,75 | +12,2 | +15,4 | +17,6 | +15,7 | + 9,0 | +18,5 | 0,73 | 0,61 | 0,31 | 0,60 | » | N. 1 | 0,89 | 34,0 |
| 24 | 721,62 | 719,73 | 718,85 | 717,93 | +14,0 | +17,7 | +19,8 | +16,4 | +11,3 | +20,1 | 0,78 | 0,74 | 0,57 | 0,78 | » | N. 1 | 0,96 | 35,0 |
| 25 | 717,57 | 718,01 | 717,59 | 718,00 | +13,4 | +17,0 | +18,0 | +14,4 | +10,2 | +18,6 | 0,83 | 0,67 | 0,69 | 0,75 | 0,5 | SSO. 1 | 1,00 | 36,0 |
| 26 | 719,83 | 719,80 | 719,12 | 719,92 | +15,5 | +20,5 | +19,6 | +15,0 | +10,9 | +22,0 | 0,83 | 0,45 | 0,44 | 0,73 | » | S. 1 | 0,73 | 35,5 |
| 27 | 721,65 | 721,39 | 722,29 | 723,21 | +14,4 | +18,7 | +13,4 | +13,7 | +11,9 | +20,0 | 0,86 | 0,38 | 0,86 | 0,90 | 14,0 | N. 1 | 0,84 | 35,5 |
| 28 | 724,84 | 724,17 | 724,49 | 725,77 | +14,2 | +18,2 | +16,4 | +12,3 | +10,9 | +19,2 | 0,92 | 0,63 | 0,69 | 0,85 | 4,2 | SO. 1 | 0,97 | 36,0 |
| 29 | 725,38 | 726,13 | 725,72 | 725,27 | + 9,7 | + 9,3 | +11,5 | + 8,0 | + 6,3 | +13,6 | 0,92 | 0,86 | 0,74 | 0,83 | 12,6 | SSO. 1 | 0,81 | 36,0 |
| 30 | 724,04 | 723,01 | 721,91 | 721,70 | + 9,8 | +10,8 | + 8,0 | + 8,7 | + 4,9 | +12,3 | 0,84 | 0,70 | 1,00 | 0,83 | 2,2 | N. 1 | 0,94 | 37,0 |
| 31 | 719,79 | 719,82 | 719,96 | 720,48 | + 8,4 | + 9,6 | + 9,8 | + 8,0 | + 7,0 | +10,1 | 0,95 | 0,92 | 0,82 | 0,84 | 21,1 | variab. | 1,00 | 3 |

## Moyennes du mois de Mai 1858.

### Baromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 721,68 | 721,76 | 721,73 | 721,43 | 720,98 | 720,88 | 720,88 | 721,55 | 721,86 |
| 2e » | 723,06 | 723,27 | 723,07 | 722,53 | 722,24 | 722,04 | 722,20 | 722,68 | 722,89 |
| 3e » | 722,27 | 722,44 | 722,33 | 722,12 | 721,78 | 721,57 | 721,56 | 721,89 | 722,25 |
| Mois... | 722,33 | 722,49 | 722,38 | 722,03 | 721,67 | 721,50 | 721,55 | 722,03 | 722,33 |

### Température.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | + 8°,12 | + 9°,97 | +11°,42 | +13°,12 | +12°,85 | +12°,59 | +11°,27 | + 9°,99 | + 9°,36 |
| 2e » | + 9,60 | +11,26 | +12,99 | +15,15 | +14,02 | +13,50 | +12,33 | +11,22 | +10,70 |
| 3e » | + 9,97 | +11,77 | +13,38 | +14,56 | +15,30 | +14,54 | +13,63 | +12,14 | +11,13 |
| Mois... | + 9,25 | +11,03 | +12,62 | +14,29 | +14,10 | +13,58 | +12,45 | +11,15 | +10,42 |

### Tension de la vapeur.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 7,02 | 7,19 | 7,12 | 7,13 | 7,27 | 6,98 | 7,06 | 7,29 | 7,25 |
| 2e » | 8,50 | 8,70 | 8,92 | 8,90 | 8,52 | 8,60 | 8,63 | 8,82 | 8,74 |
| 3e » | 8,57 | 8,92 | 8,74 | 8,47 | 8,28 | 8,25 | 8,26 | 8,21 | 8,45 |
| Mois.... | 8,05 | 8,29 | 8,28 | 8,17 | 8,03 | 7,95 | 7,99 | 8,11 | 8,16 |

### Fraction de saturation.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,67 | 0,64 | 0,71 | 0,79 | 0,78 |
| 2e » | 0,95 | 0,88 | 0,80 | 0,70 | 0,73 | 0,76 | 0,81 | 0,89 | 0,91 |
| 3e » | 0,92 | 0,86 | 0,75 | 0,69 | 0,65 | 0,68 | 0,71 | 0,77 | 0,85 |
| Mois . . | 0,91 | 0,84 | 0,76 | 0,68 | 0,68 | 0,69 | 0,74 | 0,82 | 0,85 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | + 5,88 | +14,70 | 0,78 | 33,3 | 27,8 |
| 2e » | + 8,62 | +16,97 | 0,84 | 63,0 | 31,8 |
| 3e » | + 8,18 | +16,55 | 0,82 | 54,9 | 35,4 |
| Mois.... | + 7,58 | +16,09 | 0,81 | 151,2 | 31,8 |

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,08 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 22°,4 O. et son intensité est égale à 23 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

## PENDANT LE MOIS DE MAI 1853.

**Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Mai : 1245mm, répartie comme suit:**

| | mm |
|---|---|
| le 3 | 55 |
| le 6 | 60 |
| le 8 | 20 |
| le 9 | 210 |
| le 10 | 70 |
| le 11 | 130 |
| le 12 | 25 |
| le 14 | 5 |
| le 15 | 10 |
| le 16 | 110 |
| le 17 | 70 |
| le 18 | 15 |
| le 19 | 20 |
| le 21 | 25 |
| le 23 | 15 |
| le 25 | 80 |
| le 27 | 50 |
| le 28 | 55 |
| le 29 | 30 |
| le 30 | 90 |
| le 31 | 100 |

**A la fin du mois de mai, la neige a disparu jusqu'à la hauteur de 2040 mètres (Chalet de la Pierraz,) sur le versant septentrional de la montagne, et jusqu'à la hauteur de 2230 mètres (Refuge,) sur le versant méridional. Elle n'a point encore commencé à fondre autour de l'hospice; le 31 mai, la hauteur de la neige devant la maison est de six mètres.**



| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | HYGROMÈTRE. | | | | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s. | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim. | 8h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | | | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 563,01 | 564,18 | 564,98 | 565,49 | − 3,6 | + 3,9 | + 3,0 | − 0,8 | − 8,5 | + 6,8 | 79 | 73 | 68 | 74 | » | variab. | 0,08 |
| 2 | 565,25 | 565,37 | 564,89 | 564,49 | + 0,8 | + 2,4 | + 1,1 | − 0,2 | − 5,9 | + 4,9 | 86 | 78 | 78 | 89 | » | SO. 2 | 0,89 |
| 3 | 563,49 | 563,71 | 564,07 | 564,40 | − 0,5 | + 1,8 | + 0,4 | 0,0 | − 4,4 | + 3,4 | 90 | 80 | 86 | 92 | 4,7 | SO. 1 | 1,00 |
| 4 | 564,54 | 564,58 | 563,90 | 563,87 | + 1,8 | + 4,7 | + 2,5 | + 0,8 | − 3,2 | + 5,5 | 90 | 80 | 82 | 88 | » | SO. 2 | 0,70 |
| 5 | 562,55 | 562,66 | 561,79 | 561,67 | + 3,9 | + 5,0 | + 4,9 | + 1,4 | − 2,5 | + 7,8 | 79 | 75 | 76 | 83 | » | SO. 1 | 0,59 |
| 6 | 558,29 | 557,21 | 556,34 | 555,45 | + 3,0 | + 2,2 | + 2,4 | + 0,3 | − 1,0 | + 4,3 | 80 | 89 | 86 | 91 | 5,4 | SO. 1 | 0,84 |
| 7 | 552,50 | 553,41 | 553,94 | 554,51 | 0,0 | 0,0 | − 0,3 | − 3,4 | − 3,6 | + 3,5 | 93 | 85 | 80 | 82 | » | NE. 1 | 1,00 |
| 8 | 555,11 | 554,15 | 557,20 | 557,99 | − 1,8 | 0,0 | − 2,0 | − 5,0 | − 7,9 | + 0,3 | 73 | 80 | 85 | 88 | 1,6 | variab | 0,43 |
| 9 | 559,90 | 561,09 | 561,06 | 561,26 | − 1,5 | − 1,2 | − 2,8 | − 2,5 | −10,3 | + 2,2 | 80 | 83 | 90 | 96 | 23,5 | SO. 3 | 0,76 |
| 10 | 563,77 | 565,18 | 565,67 | 566,32 | − 0,4 | + 2,7 | + 1,4 | 0,0 | − 4,0 | + 3,7 | 83 | 72 | 75 | 84 | 22,0 | SO. 2 | 1,00 |
| 11 | 565,62 | 565,20 | 565,22 | 565,15 | + 0,7 | + 0,7 | − 0,2 | − 0,8 | − 2,5 | + 1,5 | 87 | 83 | 84 | 88 | 33,9 | SO. 3 | 1,00 |
| 12 | 563,91 | 563,99 | 564,27 | 565,13 | 0,0 | + 1,3 | + 1,5 | − 0,7 | − 2,5 | + 1,9 | 89 | 79 | 77 | 83 | 2,4 | SO. 2 | 0,94 |
| 13 | 565,33 | 565,48 | 565,44 | 565,42 | + 2,0 | + 3,9 | + 4,5 | + 1,2 | − 2,8 | + 6,5 | 85 | 75 | 66 | 75 | » | SO. 1 | 0,74 |
| 14 | 564,55 | 564,00 | 563,60 | 563,05 | + 2,7 | + 3,4 | + 2,3 | + 0,2 | − 0,7 | + 7,5 | 78 | 75 | 78 | 86 | 0,3 | SO. 1 | 0,93 |
| 15 | 562,80 | 563,24 | 562,72 | 562,50 | 0,0 | + 3,0 | − 0,5 | − 0,5 | − 1,5 | + 6,2 | 84 | 77 | 78 | 85 | 0,8 | SO. 1 | 0,98 |
| 16 | 559,51 | 559,04 | 558,95 | 559,35 | − 0,2 | + 2,5 | − 0,9 | − 2,2 | − 2,9 | + 3,5 | 89 | 75 | 78 | 81 | 18,1 | SO. 1 | 0,94 |
| 17 | 558,29 | 558,42 | 558,13 | 558,71 | − 0,4 | + 0,3 | + 0,2 | − 2,0 | − 4,0 | + 4,6 | 84 | 72 | 71 | 82 | 7,7 | SO. 1 | 0,81 |
| 18 | 559,20 | 560,03 | 560,76 | 561,73 | − 0,5 | + 1,9 | 0,0 | − 1,5 | − 3,9 | + 5,3 | 80 | 72 | 69 | 77 | 1,3 | NE. 2 | 1,00 |
| 19 | 563,54 | 563,63 | 563,51 | 563,50 | − 1,5 | + 1,3 | − 1,1 | − 2,8 | − 4,3 | + 3,8 | 82 | 70 | 70 | 77 | 1,7 | NE. 2 | 0,87 |
| 20 | 563,19 | 563,26 | 562,80 | 562,50 | − 2,0 | − 0,2 | − 2,5 | − 3,5 | − 6,5 | + 4,0 | 83 | 67 | 78 | 75 | » | NE. 2 | 0,89 |
| 21 | 560,33 | 560,22 | 560,09 | 560,62 | − 2,0 | − 1,4 | − 2,0 | − 4,0 | − 5,7 | 0,0 | 77 | 65 | 65 | 69 | 2,2 | NE. 1 | 0,82 |
| 22 | 560,83 | 561,38 | 562,01 | 563,12 | + 0,5 | + 1,5 | + 2,0 | − 1,5 | − 8,2 | + 4,0 | 83 | 73 | 71 | 73 | » | SO. 1 | 0,48 |
| 23 | 564,61 | 565,30 | 564,98 | 565,04 | − 0,5 | + 2,2 | + 0,9 | 0,0 | − 5,0 | + 3,0 | 87 | 81 | 79 | 85 | 1,2 | SO. 2 | 1,00 |
| 24 | 564,94 | 564,98 | 564,43 | 563,70 | − 0,1 | + 2,8 | + 0,9 | + 0,3 | − 7,3 | + 4,0 | 85 | 79 | 83 | 82 | » | SO. 2 | 0,96 |
| 25 | 561,45 | 560,89 | 560,79 | 560,65 | + 0,2 | 0,0 | 0,0 | − 1,0 | − 1,5 | + 4,3 | 83 | 83 | 83 | 86 | 8,0 | SO. 2 | 1,00 |
| 26 | 560,24 | 561,49 | 561,59 | 562,04 | − 0,1 | + 3,5 | + 4,3 | + 1,7 | − 3,7 | + 7,0 | 85 | 73 | 70 | 75 | » | SO. 1 | 0,80 |
| 27 | 562,56 | 563,28 | 563,47 | 564,11 | + 0,2 | + 1,3 | 0,0 | − 0,4 | − 2,0 | + 5,0 | 87 | 80 | 82 | 83 | 4,4 | SO. 1 | 1,00 |
| 28 | 564,39 | 564,90 | 564,74 | 564,84 | + 3,7 | + 4,4 | + 1,5 | + 1,0 | − 3,7 | + 4,9 | 83 | 74 | 74 | 75 | 6,0 | SO. 1 | 0,98 |
| 29 | 562,99 | 562,37 | 561,73 | 561,64 | + 1,5 | + 0,5 | − 3,0 | − 5,4 | − 5,5 | + 5,3 | 82 | 75 | 73 | 75 | 2,4 | NE. 2 | 0,98 |
| 30 | 559,74 | 559,42 | 558,86 | 558,39 | − 4,8 | − 1,8 | − 3,2 | − 4,4 | − 8,7 | − 0,5 | 81 | 74 | 70 | 75 | 7,8 | NE. 2 | 1,00 |
| 31 | 557,55 | 558,14 | 558,46 | 558,92 | − 0,6 | + 0,8 | 0,0 | − 3,1 | − 7,0 | + 2,0 | 83 | 75 | 73 | 78 | 8,9 | SO. 1 | 1,00 |

## Moyennes du mois de Mai 1853.

### *Baromètre.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 560,66 | 560,84 | 561,18 | 561,35 | 561,44 | 561,38 | 561,42 | 561,55 | 561,72 |
| 2e » | 562,46 | 562,59 | 562,67 | 562,63 | 562,63 | 562,54 | 562,40 | 562,70 | 562,82 |
| 3e » | 561,67 | 561,78 | 561,92 | 562,03 | 561,97 | 561,92 | 562,00 | 562,10 | 562,40 |
| Mois... | 561,60 | 561,74 | 561,92 | 562,01 | 562,01 | 561,95 | 561,94 | 562,11 | 562,32 |

### *Température.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | − 1,80 | + 0,17 | + 1,22 | + 2,15 | + 1,41 | + 1,06 | − 0,15 | − 0,94 | − 1,39 |
| 2e » | − 1,44 | + 0,08 | + 0,81 | + 1,81 | + 1,39 | + 0,33 | − 0,79 | − 1,26 | − 1,55 |
| 3e » | − 2,52 | − 0,18 | + 0,98 | + 1,35 | + 0,98 | + 0,13 | − 0,45 | − 1,53 | − 1,85 |
| Mois... | − 1,94 | + 0,02 | + 1,00 | + 1,75 | + 1,25 | + 0,49 | − 0,46 | − 1,25 | − 1,61 |

### *Hygromètre.*

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 88,1 | 83,3 | 82,4 | 79,5 | 78,2 | 80,6 | 83,0 | 86,7 | 87,7 |
| 2e » | 86,8 | 84,1 | 79,3 | 74,5 | 73,5 | 74,9 | 78,6 | 80,9 | 82,2 |
| 3e » | 85,7 | 83,5 | 79,8 | 75,6 | 73,5 | 74,8 | 75,5 | 77,8 | 78,9 |
| Mois... | 86,8 | 83,6 | 80,5 | 76,5 | 75,0 | 76,7 | 78,9 | 81,7 | 82,8 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | | mm |
| 1re décade, | − 6,13 | + 4,24 | 0,73 | 57,2 |
| 2e » | − 3,16 | + 4,48 | 0,91 | 66,2 |
| 3e » | − 5,30 | + 3,55 | 0,91 | 40,9 |
| Mois... | − 4,56 | + 4,07 | 0,85 | 164,3 |

Dans ce mois, l'air a été calme 8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,41 à 1,00.

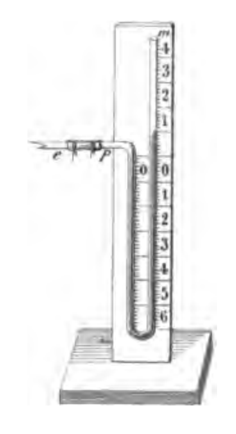
La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 59 sur 100.

*Erratum*. Dans le tableau du mois d'avril 1853, l'intensité de la résultante des vents a été marquée par erreur 12 sur 100, au lieu de 123 sur 100.

Fig. 1.




Fig. 2.



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## NOTICE SUR LES SYSTÈMES DES MONTAGNES,

par M. L.-Elie de BEAUMONT.

Paris, 1852; 3 vol. in-12; 1543 pages.

L'idée de la formation des montagnes par soulèvement remonte à une haute antiquité, « elle se perd dans la nuit des temps, » dit M. Elie de Beaumont.

A diverses époques et dans différents pays on a fait reparaître cette idée avec plus ou moins de développement, mais sous la plume du célèbre géologue français, elle est devenue plus précise et a pris une forme toute nouvelle.

Que l'on ouvre les traités de géologie qui s'occupent de l'histoire de cette science, on verra que les poëtes et les naturalistes de l'antiquité, comme ceux du moyen âge, étaient familiarisés avec l'idée du soulèvement des montagnes. On en trouve des traces chez Erastothène, Strabon, Virgile, Pline, Ovide, etc.; dans les traditions scandinaves, chez les Arabes Avicenne et Kaswini, chez le Persan Ferdoucy; puis, à des époques moins éloignées, cette idée fut mise en avant par Léonard de Vinci,

par Sténon (1667), Varenius (1681), Ulloa (1761). Elle fut clairement exposée par Lazarro Moro (1740), lequel fut chaudement combattu par Zeno (1770) et maltraité par de Saussure (1779).

Cependant de Saussure lui-même, en démontrant que les couches du poudingue de Valorsine ont été redressées, a donné une base inébranlable à cette idée tant discutée.

De Saussure fit ses observations en 1776 et 1784 (*Voyages*, § 687), il les publia en 1786 et il pensait alors que ces couches avaient été redressées. N'est-il pas singulier qu'en 1791, Werner ait publié une observation tout à fait semblable sur un *congloméré* de Hainchen, en y ajoutant que les « cailloux ont dans quelques endroits la même position, presque verticale, que les strates mêmes » (*Nouv. théorie de la formation des filons*, 1802, p. 76).

Werner pensait que c'était par affaissement que ces couches avaient pris cette position. Deluc se joignit au géologue de Freyberg pour soutenir que les affaissements avaient plus souvent façonné le relief du globe que les soulèvements; mais, comme on le verra plus loin, la théorie de M. Elie de Beaumont ne met point en opposition les soulèvements et les affaissements de la croute solide du globe; ces deux sortes de mouvement ont eu lieu, ils sont même intimement liés.

J. Hall concevait aussi les soulèvements d'une manière très-nette (*Biblioth. Britannique*, 1814, t. 55, p. 149); on pourrait citer encore beaucoup d'autres savants qu se sont occupés de cette théorie.

Mais parmi les hommes de cette époque qui ont précisé d'une manière remarquable les soulèvements, il en

est un que nous ne trouvons point indiqué dans les ouvrages de géologie et qui cependant mérite d'être tiré de l'oubli.

M. *Silberschlag*, dans sa Géogénie (Berlin, 1780, page 106), pose cette question en parlant du Harz. Comment le Brocken est-il né? et après avoir passé en revue, en les réfutant, quatre des suppositions que l'on faisait souvent alors pour expliquer l'origine des montagnes, il finit par dire que le Brocken a été soulevé du sein de la terre et qu'il est impossible de faire une autre supposition. Il expose les raisons de cette opinion si ferme, elles reposent principalement sur l'inclinaison que présentent les couches de sédiments redressées contre cette montagne, et il en fait comprendre l'importance au moyen de figures nettement dessinées.

On est donc en droit de considérer l'idée de la formation des montagnes par soulèvement, comme étant acquise à la science dès le commencement de ce siècle.

A cette conception, il est venu s'ajouter un autre ordre de considérations relatives à la direction des chaînes de montagnes.

C'est peut-être M. de Humboldt qui, le premier, y attacha de l'importance en 1792. Plus tard M. de Buch désigna, sous le nom de *Système géognostique*, chacune des chaînes qui ont une certaine influence sur la configuration d'une contrée. Il en a reconnu quatre en Allemagne; M. Hoffmann en ajouta un cinquième (Hoffmann, Geschichte der Geognosie, p. 153; *Bibl. Univ. de Genève*, 1841, tome XXXVI, p. 368). Mais d'après M. Elie de Beaumont, ces systèmes doivent être subdivisés parce qu'ils présentent des directions sensiblement différentes.

On voit encore dans l'histoire de la [illegible] que q



ques géologues ont cru pouvoir ajouter aux points de vue que nous avons signalés, l'idée de l'existence d'une grande régularité à la surface de la terre; c'est aussi l'opinion de M. Elie de Beaumont; mais ces géologues anciens l'envisagent tout autrement, car souvent sous le même nom se cachent deux idées. Un grand nombre de géologues ont soutenu que la terre était formée par cristallisation, quelques-uns ont été jusqu'à dire que la terre entière est un cristal; en effet on lit dans une traduction d'un travail de Oken (1809), faite par M. Boué (*Bulletin de la Société géologique de France,* 1851, tome VIII, p. 274):

« La terre est un réseau régulier de crêtes, d'angles et de faces cristallines représentées par les chaînes équatoriales méridiennes, et celles qui réunissent ces dernières diagonalement ou par la verticale. »

Mais quelle que soit la portée de cette phrase, elle était placée au milieu de tant d'idées inadmissibles qu'elle avait passé inaperçue jusqu'à ce que les théories dont nous allons parler attirassent l'attention sur elle.

Enfin M. Elie de Beaumont cherche à établir que la direction des chaînes de montagnes est liée à leur âge.

Le premier travail de ce savant date de 1829, il a été publié dans les Annales des sciences naturelles; plus tard il le publia en le développant dans la traduction française du Manuel géologique de sir H. de la Bèche (1833), mais ce n'était que le programme de l'ouvrage qui va nous occuper, dont le premier tiers a été textuellement publié il y a environ cinq ans, dans le Dictionnaire de M. Ch. d'Orbigny. Ceci explique pourquoi une partie des idées exposées aujourd'hui par l'auteur sont populaires depuis longtemps.

Pendant ce long intervalle, quelques systèmes analogues à celui de M. Elie de Beaumont ont été mis au jour.

En 1844, M. de Boucheporn a donné un volume dont la lecture est très-captivante, sous le nom d'*Etudes sur l'histoire de la terre.* Il groupe en treize systèmes les principales chaînes du montagnes du globe ; chacun des grands cercles de la sphère, déterminé à la surface de la terre par chacun de ses systèmes, représente un des équateurs que la terre a eu à diverses époques. Le changement successif de ces équateurs a été produit par le choc de comètes qui, on le voit, interviennent d'une manière un peu abusive dans cette théorie (V. *Archives,* 1846, I, 330).

M. de Hauslab (*Bull. de la Société géolog. de France,* 1851, VIII, p. 178) a tracé, à la surface du globe, comme M. Elie de Beaumont, des lignes passant par des points remarquables. Il est résulté de l'ensemble de ces lignes un octaèdre irrégulier qui, aux yeux du géologue français, a le défaut de n'avoir pas pour centre le centre de la terre.

M. Pissis (*Bulletin de la Société géolog. de France,* 1848, V, 453) indique quinze grands cercles à la surface de la sphère terrestre ; il les établit d'après la position des côtes des continents. Il les compare avec la direction des chaînes de montagnes, et ce qui est fort remarquable, « les directions des chaînes de montagnes sont également celles des lignes qui forment les limites des continents, des grandes dépressions occupées par les mers intérieures ou des principales vallées. »

Dernièrement encore M. de Francq a fait des observations curieuses sur les rapports que présentent soit entre eux, soit avec la configuration des continents, cer-

tains grands cercles tracés sur la sphère terrestre. (*Académie des Sciences*, 4 avril 1853.)

Mais quelle que soit l'originalité que ces travaux présentent, il nous paraît qu'on ne peut refuser à M. Elie de Beaumont la priorité dans ce genre de recherches.

En examinant l'état de la géologie dans le siècle dernier, on y trouve, parmi les nombreuses théories qui en faisaient partie, d'un côté l'idée d'une suite de révolutions violentes ayant eu lieu à la surface du globe, et d'un autre côté, la croyance à la formation des chaînes de montagnes par soulèvements. Ces deux points étaient séparés, M. Elie de Beaumont les a réunis en faisant comprendre comment les soulèvements des montagnes pouvaient, en modifiant le relief du globe, déplacer l'Océan et donner lieu à des révolutions violentes. Ainsi l'exhaussement du sol peut avoir formé des interruptions dans la formation des dépôts de sédiments.

Au pied de chaque chaîne de montagnes se trouvent deux classes de terrains, les uns sont redressés, les autres horizontaux. Il est évident que l'âge de la chaîne est intermédiaire entre l'âge de ces deux classes de terrains. En effet, la chaîne en surgissant a redressé le terrain inférieur qui était déjà formé, tandis qu'elle n'a pas affecté la position du terrain supérieur qui n'était pas encore déposé. Cette différence dans la position des couches ou des strates, dont les unes sont inclinées, et les autres horizontales, se nomme discordance de stratification. Elle permet d'établir l'âge relatif des montagnes, des dislocations, des fractures ou redressements du sol par rapport au terrain de sédiments. Grâce aux progrès de la paléontologie, elle permet d'établir leur âge relatif. Quelquefois ces discordances n'ont point une grande

étendue, et l'on voit deux terrains discordants dans un pays être concordants dans une contrée peu éloignée.

Les chaînes de montagnes peuvent se décomposer en chaînons, et, le plus souvent, on voit que les chaînons parallèles sont de même âge. Cette importante conception généralise et étend l'observation faite par Werner, savoir que, dans un même district, tous les filons d'une même nature doivent leur origine à des failles parallèles entre, elles ouvertes en même temps et remplies ensuite durant une même période. D'après cela, le nombre des dislocations que le sol de chaque contrée aurait éprouvées serait à peu près égal à celui des directions des chaînes de montagnes ou des crêtes des couches. Ce nombre est en général très-limité. La coïncidence de la variation d'orientation des systèmes de fractures ou de montagnes et de la variation dans l'âge de ces mêmes montagnes a été établie, d'après l'auteur, sur un assez grand nombre d'exemples pour pouvoir conclure que « l'indépendance des formations de sédiments successives est une conséquence et même une preuve de l'indépendance des systèmes de montagnes diversement dirigés. »

Ce fait arrivant à être démontré, il en résulterait qu'on peut connaître l'âge des montagnes d'après leur direction.

Cependant il ne faut pas se dissimuler que l'on rencontre souvent des soulèvements d'âges différents qui ont eu lieu dans la même direction et souvent dans une même chaîne de montagnes; il y en a douze en Europe qui rentrent dans cette catégorie. C'est ce que l'auteur désigne sous le nom de récurrence des directions.

Dans le commencement de l'émission de cette théorie qui a eu, à juste titre, un immense retentissement et la



plus grande influence sur la marche de la science, on a entrevu que ces époques de dislocation et de bouleversement avaient été la cause du renouvellement des faunes dans la succession des terrains. Mais cette grande idée ne paraît pas encore complétement démontrée; en effet, si l'on examine l'âge des nombreuses dislocations indiquées par l'auteur en les comparant à l'âge des terrains de sédiments [1], on devrait trouver un systéme de montagnes à chaque renouvellement de faune, dans l'hypothèse que ces renouvellements soient liés aux dislocations du sol. La science n'en est pas arrivée là, et l'on voit, par exemple, les trois étages du trias qui renferment trois faunes différentes, n'être jusqu'à présent séparés par aucune dislocation du sol. Il en est de même des nombreux renouvellements de faunes qui ont eu lieu pendant la période jurassique.

Comme nous l'avons dit, cette liaison de la nature inorganique avec la nature organisée n'est pas encore démontrée, cependant il n'est pas improbable qu'un jour elle ne soit admise en géologie, car tous les jours fournissent à cette science un grand nombre d'observations nouvelles; et c'est ce qui empêche de fixer d'une manière positive le nombre des systèmes de fractures qui existent en Europe et, à plus forte raison, ceux qui existent dans le monde.

En 1829, M. Elie de Beaumont, dans les *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*, en faisait connaître quatre; mais en imprimant son mé-

[1] On trouve un tableau où cette comparaison est faite dans l'ouvrage de MM. d'Orbigny et Gente. *Géologie appliquée aux arts et à l'agriculture.* Paris, 1851; 1 vol. in-8°.

moire dans les Annales des Sciences naturelles dans cette même année et dans l'année suivante, il avait porté le nombre de ses systèmes à dix, et il faisait clairement entrevoir un accroissement dans ce nombre qui n'a pas tardé à se réaliser. Maintenant, dans son ouvrage, il indique vingt systèmes de soulèvements en Europe et le temps n'est pas éloigné, dit-il, où l'on pourra en signaler plus de cent sur la surface entière du globe.

Les partisans des *causes actuelles* expliquent, par la répétition prolongée des effets lents et continus que nous voyons se produire sur la surface du globe, l'ensemble des phénomènes qui s'observent dans les pays de montagnes ; ils devraient être moins opposés aux idées de l'auteur depuis que le nombre des systèmes de montagnes s'est augmenté que lorsqu'il n'était que de quatre, qui semblaient faire exception aux lois qui régissent le globe, « en personnifiant et en multipliant les révolutions du globe sous la forme et la dénomination de systèmes de montagnes, composant une série nombreuse et d'une régularité rationnelle ; je marche, dit l'auteur, relativement à eux, dans une voie de conciliation. »

Voici l'énumération des systèmes en suivant leur âge, en commençant par le plus ancien et en se servant, pour les désigner, des noms géographiques des montagnes ou des contrées les plus remarquables où ils aient été observés :

1° Système de la Vendée ; 2° S. du Finistère ; 3° S. de Longmynd ; 4° S. du Morbihan ; 5° S. du Westmoreland et du Hundsruck ; 6° S. des Ballons et des collines du Bocage ; 7° S. du Forez ; 8° S. du nord de l'Angleterre ; 9° S. des Pays-Bas et du sud du Pays de Galles ; 10° S. du Rhin ; 11° S. du Thuringerwald, du Böhmer-

wald-Gebirge et du Morvan ; 12° S. du mont Pilas, de la Côte-d'Or et de l'Erzgebirge ; 13° S. du Mont-Viso et du Pinde ; 14° S. des Pyrénées ; 15° S. des îles de Corse et de Sardaigne ; 16° S. de l'île de Wight, du Tatra, du Rilo-Dagh et de l'Hœmus ; 17° S. de l'Erymanthe et du Sancerrois. (La date du S. du Vercors n'est pas encore exactement déterminée.) 18° S. des Alpes occidentales ; 19° S. de la chaîne principale des Alpes (du Valais en Autriche) ; 20° S. du Ténare, de l'Etna et du Vésuve. On peut encore ajouter à ceux-ci le système de l'axe volcanique de la Méditerranée, celui de l'Oural et celui des Açores.

Ces systèmes sont espacés dans les âges du monde au travers de la longue série des terrains, et ils la comprennent tout entière depuis le premier, qui se reconnaît dans les schistes cristallins de la Vendée, jusqu'au dernier qui est postérieur aux parties les plus récentes du terrain subapennin. — M. Elie de Beaumont, au moyen d'une immense érudition, a pu suivre les traces de chacun de ces systèmes sur toute la surface du globe. Il démontre que quelques-uns d'entre eux ont une telle influence sur le relief du globe qu'ils ont été reconnus par six géologues différents procédant par des méthodes différentes dans des pays dont quelques-uns sont éloignés de toute la distance qui sépare l'Altaï des Etats-Unis.

Si on scrute cette longue série de soulèvements successifs en cherchant à y deviner l'avenir de notre globe, on verra que le Mont-Blanc et le Mont-Rose font partie des dernières révolutions de la surface du globe, et quelle que soit la place que d'autres montagnes plus hautes encore viennent prendre dans la série, jamais cette série ne prendra cette forme longuement et régulièrement dé-

croissante, qui conduirait à conclure que la limite est atteinte et que les phénomènes dont les derniers paroxismes ont été si violents, ne se renouvelleront plus. On peut donc entrevoir que la période de tranquillité dans laquelle nous vivons sera troublée par l'apparition d'un nouveau système de montagnes, effet d'une nouvelle dislocation du sol, et dont les tremblements de terre nous avertissent assez que les fondements ne sont pas inébranlables.

Les systèmes de MM. Boucheporn et Pissis, ainsi que celui de M. Elie de Beaumont, démontrent que les grandes lignes terminales des continents suivent en masse des directions rectilignes déterminées par les chaînes de montagnes qui en forment l'ossature, par conséquent la surface du globe terrestre n'est point dessinée au hasard.

En traçant des grands cercles de la sphère suivant les systèmes de montagnes et en examinant leur direction, c'est-à-dire l'orientation de chacun d'eux, on voit qu'ils se groupent d'une manière si curieuse autour de certains points de l'horizon, que M. Elie de Beaumont a été conduit à rechercher la cause réelle de cet arrangement. En recherchant une construction géométrique qui s'accordât avec ses vues, l'auteur, après quelques tâtonnements, s'est arrêté au réseau pentagonal formé de quinze grands cercles, et contenant douze pentagones réguliers renfermant cent vingt triangles rectangles scalènes égaux en surface et symétriques deux à deux, formant par leur ajustage trente losanges ou vingt triangles équilatéraux.

En calculant les angles de cette construction, il a retrouvé ceux de ses systèmes de montagnes. Le secret de ces angles « était alors dévoilé, » dit l'auteur.

L'un de ces douze pentagones est représenté [illegible] Pou-



vrage, c'est celui de l'Europe ; il est en projection gnomonique, on y voit ses subdivisions octaédriques, dodécaédriques, etc. Les angles du pentagone sont placés dans les cinq points suivants : à l'entrée du détroit de Davis, à l'extrémité N.-E. de la Nouvelle Zemble, au bord du plateau septentrional de la Perse, près du lac Tschad dans l'intérieur de l'Afrique et dans l'océan Atlantique. Les côtés du pentagone s'accordent d'une manière remarquable avec les accidents importants de la surface du globe. Cependant les cercles qui forment le réseau pentagonal ne peuvent pas représenter tous les systèmes de montagnes, de même que la cristallographie ne peut représenter toutes les facettes du système cristallin régulier avec les seules faces du cube de l'octaèdre ou du dodécaèdre rhomboïdal. Pour arriver à ce but, il faut ajouter aux quinze grands cercles de ce réseau des cercles auxiliaires qui peuvent y être rattachés par une position susceptible d'une définition géométrique basée sur des rapports de symétrie Mais il faut choisir au milieu de ces cercles, qui sont en nombre infini, et de même que la cristallographie est arrivée à fixer la limite des plans possibles cristallographiquement. Peut-être la géologie parviendra-t-elle à fixer la limite du possible dans le choix des grands cercles des systèmes de montagnes. Ces cercles auxiliaires portent tous le *cachet pentagonal*. Il paraît très-naturel que les cercles auxquels appartiennent ces combinaisons numériques simples soient précisément ceux dont se compose essentiellement la *sphère géologique*.

Si, au lieu d'un *réseau pentagonal*, on choisissait un *réseau quadrilatéral*, on pourrait arriver à déterminer très-approximativement, peut-être même exactement, la

position des cercles géologiques, mais en se servant de ce dernier réseau, on couvrira la sphère (pour arriver à cette détermination) de cercles dont l'ordonnance générale n'aura aucun rapport avec l'objet, tandis qu'au moyen du réseau pentagonal on couvrira la sphère de cercles dont l'ordonnance générale sera en rapport avec celle des grands cercles des systèmes de montagnes européens. Voilà pourquoi le réseau pentagonal est préférable au réseau quadrilatéral.

M. Elie de Beaumont a démontré par l'expérience que ce réseau s'accordait avec les systèmes de montagnes en plaçant sur un globe un filet formé par des mailles, et dont les fils représentaient les cercles du réseau pentagonal (*Acad. des Sciences*, 9, septembre 1850). Cette petite construction, facile à se procurer, amène à des résultats de géographie géologique curieux. On voit qu'en général les chaînes de montagnes se terminent à la rencontre de l'un des cercles qui coupent sa direction, que les pics bien détachés sur une chaîne de montagne, les volcans isolés ou les îles isolées, se trouvent très-souvent au point d'intersection de deux cercles du réseau, en sorte que ces cercles se trouvent jalonnés par un certain nombre de points géologiquement et géographiquement remarquables, et il n'est pas très-facile d'en trouver plus de deux en ligne droite, excepté sur les cercles du réseau pentagonal.

Cette symétrie pentagonale a pu résulter de la contraction que la masse interne du globe a éprouvée de siècle en siècle, et qui paraît être la cause des systèmes de montagnes et de la division des terrains de sédiments en formations. La formation des montagnes a été intermittente à la surface du g[illegible], et chacune des périodes



de tranquillité qui les a séparées peut être assimilée à la période actuelle ; mais rien n'autorise à supposer que les causes de la formation des montagnes n'ont pas été plus intenses anciennement. Cette supposition serait même en opposition avec le fait de l'indépendance des formations.

La contraction ou le refroidissement détermine dans un globe tel que notre planète une force qui est une partie de la volcanicité, force que M. de Humboldt a définie : l'influence « qu'exerce l'intérieur d'une planète sur son enveloppe extérieure dans les différents stades de son refroidissement. » Un refroidissement aussi avancé que celui de la terre change le rapport qui existe entre la capacité de son enveloppe solide et le volume de sa masse interne. Dans un temps donné, la température de l'intérieur de notre planète s'abaisse d'une quantité beaucoup plus grande que celle de sa surface, dont le refroidissement est aujourd'hui presque insensible.

Cette force peut agir d'une manière analogue à celles dont les effets se voient dans les expériences de M. Gorini (*Archives*, 1852, XXI, 245). Pour expliquer la contraction éprouvée par l'intérieur du globe terrestre, on doit tenir compte également de la diminution que les roches cristallines éprouvent en se solidifiant. Cette diminution a été démontrée par les expériences de MM. Bischoff, Deville et Delesse. D'après un calcul de M. Elie de Beaumont, on trouve 38359 ans pour la durée du temps qui s'est écoulé, depuis l'origine du refroidissement jusqu'au moment où le refroidissement annuel de la surface a cessé d'être plus grand que celui de la masse totale du globe, et à partir duquel le refroidissement annuel de la masse surpasse celui de la surface et le dépasse de plus en plus. Tous les systèmes de montagnes paraissent

avoir pris naissance dans la seconde période du refroidissement terrestre, pendant laquelle la masse interne a diminué de volume plus vite que l'enveloppe solide extérieure. Cette idée n'est point contraire à celle d'une ancienne fluidité ignée de toutes les roches.

Cette enveloppe solide extérieure doit toujours être supportée par la matière ignée intérieure, eu égard à sa petite épaisseur (50,000 mètres au plus) par rapport au diamètre de la terre, à la faiblesse de sa courbure et au nombre indéfini de ses fissures. Mais le liquide intérieur diminuant de volume, elle s'est écartée par degré de cette figure en se bosselant légèrement, et dans cette action il s'est développé des forces diverses qui ont augmenté d'intensité avec les progrès du refroidissement, si bien qu'une *débacle* est devenue inévitable. L'écorce de la planète a diminué son ampleur par la formation subite d'une sorte de *rempli;* en sorte que la formation de chacun des *systèmes de montagnes* paraît pouvoir s'expliquer par un effet d'écrasement transversal, ayant fait surgir des roches dans un état plus ou moins pâteux.

Dans la longue succession des âges, ces rides se sont groupées sous des formes variées; mais il ne faut pas avoir en vue uniquement les systèmes de montagnes, on doit tenir compte du bossellement des continents, c'est-à-dire des parties convexes représentées par l'élévation des continents au-dessus des mers, aussi bien que des parties concaves occupées par les mers. En examinant de près la configuration générale du globe, on voit que les augmentations de volume produites par les convexités sont à peu près de même ordre que les diminutions produites par les concavités; certaines parties se sont éloignées du centre de la terre, d'autres s'en sont rappro-

chées, et ce bossellement est en rapport avec le réseau pentagonal. D'après l'auteur, ce bossellement qui est le produit d'une action lente, résultant de la contraction du volume de la terre durant les époques de tranquillité, présente moins de stabilité que les systèmes de montagnes qui ne sont cependant que le résultat d'un phénomène ayant une très-courte durée, et pour ainsi dire instantanée. Les mouvements observés de nos jours dans le sol de la Suède, du Groënland et des îles madréporiques du grand Océan montrent que la surface du globe tend à se modifier par un bossellement lent.

Quelle que soit l'opinion que l'on ait sur la chaleur interne, on verra que le caractère essentiel de cette théorie, qui s'appuie sur la déperdition de cette chaleur, consiste en ce qu'elle fait dériver le soulèvement des montagnes d'une diminution lente et progressive du volume de la terre. Les remplis ou systèmes de montagnes formés par écrasement se sont distribués avec régularité à la surface du globe, mais il n'en résulte pas cependant que la terre soit un cristal.

A. F.

---

# RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

## DE L'ANNÉE 1852

## POUR GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. le Professeur E. PLANTAMOUR.

Dans un des précédents résumés, celui de l'année 1846, j'avais indiqué la série des comparaisons par lesquelles j'étais arrivé à déterminer l'équation du baromètre de l'observatoire et celle du baromètre de l'hospice du Saint-Bernard. A différentes époques des baromètres de voyage, comparés avec celui de M. le commandant Delcros à Paris, avaient été ensuite comparés au baromètre de l'observatoire, et j'en avais déduit pour celui-ci la correction $+ 0^{mm},30$, qu'il fallait ajouter aux lectures, pour les ramener à la hauteur absolue. Cette correction n'était pas appliquée aux observations publiées dans les cahiers mensuels de ila *Bbliothèque universelle*, je n'en tenais compte que dans les tableaux des résumés annuels. La différence entre le baromètre de Genève et celui du St-Bernard avait été trouvée à l'aide de plusieurs comparaisons égale à $-1^{mm},00$, et la correction négative $-0^{m},70$, nécessaire pour ramener les indications du baromètre du St-Bernard à la hauteur absolue, était appliquée dès le commencement de l'année 1845 aux observations du St-Bernard, publiées soit dans les cahiers mensuels, soit dans les résumés annuels. La correction $+ 0,30$ du baromètre de l'observatoire a été

encore appliquée dans le résumé de l'année 1851, quoique je soupçonnasse déjà alors que cette correction dût être un peu modifiée. En effet, au mois de novembre 1850, le baromètre de l'observatoire a été démonté pendant plusieurs jours, pour nettoyer le mercure de la cuvette et pour d'autres petites réparations, et les comparaisons faites avant et après cette opération, avec un autre baromètre, montrent que les indications du baromètre de l'observatoire sont devenues plus faibles de onze centièmes de millimètre après la réparation, et que l'équation devait être par conséquent un peu augmentée. Cependant, comme les comparaisons faites dans les derniers temps avant la réparation pouvaient être un peu moins sûres, parce que l'oxidation du mercure dans la cuvette rendait l'affleurement de la pointe d'ivoire moins facile et moins précis, il m'a paru préférable d'attendre la confirmation du changement de l'équation du baromètre, avant de modifier la correction qui avait été appliquée jusque-là. La confirmation de ce changement a été obtenue, soit par une comparaison directe du baromètre de l'observatoire avec celui du St-Bernard, soit par la comparaison des observations faites aux mêmes heures à Morges et à Genève, avant et après le mois de novembre 1850, enfin, par la comparaison avec deux baromètres construits par M. Fastré de Paris, l'un pour M. Soret, l'autre pour moi.

Ayant fait une course au St-Bernard, au mois d'août 1852, j'ai trouvé, par l'intermédiaire d'un baromètre de voyage de Fortin, que la différence entre le baromètre de l'observatoire et celui de l'hospice était de —$1^{mm}$,17, par conséquent de —$0^{mm}$,17 plus forte que la valeur adoptée précédemment. En second lieu, les observations faites

avec beaucoup de soin par M. Burnier, à Morges, offrent un contrôle très-exact; la hauteur du baromètre est observée par lui à 8 heures du matin, à midi, à 4 h. et à 8 h. du soir; si l'on prend la différence entre les observations faites à Genève (avant d'avoir appliqué aucune correction pour l'équation du baromètre) et celles de Morges, on trouve, par la moyenne des quatre observations diurnes, les résultats suivants depuis le mois de novembre 1849 :

| | | | | mm |
|---|---|---|---|---|
| 1849 | Novembre, | Genève moins | Morges, | —2,58 |
| | Décembre, | » | » | —2,51 |
| 1850 | Janvier, | » | » | —2,53 |
| | Février, | » | » | —2,53 |
| | Mars, | » | » | —2,53 |
| | Avril, | » | » | —2,39 |
| | Mai, | » | » | —2,44 |
| | Juin, | » | » | —2,48 |
| | Juillet, | » | » | —2,52 |
| | Août, | » | » | —2,38 |
| | Septembre, | » | » | —2,42 |
| | Octobre, | » | » | —2,45 |
| | Décembre, | » | » | —2,69 |
| 1851 | Janvier, | » | » | —2,67 |
| | Février, | » | » | —2,74 |
| | Mars, | » | » | —2,63 |
| | Avril, | » | » | —2,73 |
| | Mai, | » | » | —2,76 |
| | Juin, | » | » | —2,69 |
| | Juillet, | » | » | —2,65 |
| | Août, | » | » | —2,68 |
| | Septembre, | » | » | —2,69 |
| | Octobre, | » | » | —2,74 |
| | Novembre, | » | » | —2,67 |
| | Décembre, | » | » | —2,91 |
| 1852 | Janvier, | » | » | —2,69 |
| | Février, | » | » | —2,70 |
| | Mars, | » | » | —2,82 |
| | Avril, | » | » | —2,77 |
| | Mai, | » | » | —2,63 |
| | Juin, | » | » | —2,58 |
| | Juillet, | » | » | —2,64 |
| | Août, | » | » | —2,65 |
| | Septembre, | » | » | [illegible] |
| | Octobre, | » | » | [illegible] |
| | Novembre, | » | » | [illegible] |

On voit clairement une augmentation dans les différences à partir du mois de décembre 1850, c'est-à-dire depuis la réparation du baromètre ; de novembre 1849 à octobre 1850, la différence moyenne des douze mois est de $-2^{mm},48$ ; de décembre 1850 à novembre 1852, la différence moyenne des vingt-quatre mois est de $-2^{mm},70$ ; la différence a ainsi augmenté de 0,22 à partir du mois de décembre 1850. La cuvette du baromètre de Morges est élevée de 8 mètres seulement au-dessus du niveau moyen du lac, elle est par conséquent de 24 mètres au-dessous du baromètre de l'observatoire de Genève ; la différence entre la hauteur du baromètre à Genève et à Morges se réduit à $-2^{mm},19$, si l'on prend $+0^{mm},30$ pour la correction qu'il faut appliquer au baromètre de Genève jusqu'au mois de novembre 1850, et $+0^{mm},50$ pour celle qu'il faut appliquer depuis la réparation du baromètre. Cette différence entre les hauteurs du baromètre observées aux deux stations est d'accord avec la différence de niveau ; la moyenne des mois d'hiver surpasse celle des mois d'été de un dix-huitième à peu près, ce qui s'accorde également avec l'élévation de la température de l'une des saisons à l'autre. J'ai reçu au mois de décembre 1852 un baromètre construit par Fastré ; d'après une note que m'a remise cet artiste distingué, l'équation de cet instrument serait nulle ; une série nombreuse de comparaisons faites en janvier et en juin 1853 donnent la différence entre le baromètre de l'observatoire et celui de Fastré égale à $-0^{mm},58$, d'où résulterait pour le premier une correction de $+0^{mm},58$. Le baromètre de M. Soret, également construit par Fastré, donne un résultat un peu différent ; en effet, la différence entre le baromètre de l'observatoire et celui-

ci, s'élève à — $0^{mm}$,52, et d'un autre côté la note que M. Soret m'a remise des comparaisons faites par lui entre son baromètre et les baromètres étalons du collége de France à Paris, porte à + $0^{mm}$,31 la correction qu'il faut ajouter au sien, en sorte que l'équation à appliquer au baromètre de l'observatoire serait + $0^{mm}$,83. Quoique les résultats des comparaisons faites avec les deux baromètres construits par Fastré ne soient pas entièrement d'accord, il n'en est pas moins évident que la correction + $0^{mm}$,30, adoptée précédemment pour le baromètre de l'observatoire, est trop faible, depuis la réparation de l'instrument au mois de novembre 1850. La valeur qui me paraît devoir être adoptée pour cette correction, est + $0^{mm}$,50, parce que, soit par la comparaison directe avec le baromètre du St-Bernard, soit par la comparaison avec les observations de Morges, c'est de deux dixièmes de millimètre que la hauteur accusée par le baromètre de l'observatoire a diminué depuis le mois de décembre 1850; en adoptant cette correction, les hauteurs du baromètre observées à Genève depuis cette époque sont comparables aux observations antérieures, et à celles du Grand St-Bernard. Il faudrait, d'après cela, ajouter encore deux dixièmes de millimètre aux chiffres indiqués pour la hauteur moyenne du baromètre dans le résumé de l'année 1851, puisque ces chiffres sont obtenus en adoptant + $0^{mm}$,30 pour la correction de l'instrument. Je dois faire remarquer en même temps, que, d'après cette correction, la différence de niveau entre le St-Bernard et Genève, calculée par la moyenne de toutes les observ[illegible] de l'année 1851, serait portée à [illegible] ou [illegible] [illegible],2.

Les observatio[illegible] [illegible]s



comme l'année précédente, 9 fois par jour à toutes les heures paires, depuis 6 heures du matin jusqu'à 10 h. du soir. Au St-Bernard, les observations des températures extrêmes faites à l'aide de thermomètres à index présentent plusieurs lacunes, et je les omets pour cette raison dans ce résumé. C'est au mois d'août seulement que j'ai remis à M. le prieur Deléglise un thermomètre à maximum, pour remplacer celui qui était depuis longtemps hors de service; je lui ai signalé en même temps l'erreur qui s'était introduite dans le thermomètre à minimum, par suite de la condensation de l'alcool à l'extrémité du tube; cette erreur sera évitée à l'avenir.

## TEMPÉRATURE.

Le tableau ci-joint renferme les observations bihoraires de la température faites à Genève dans l'année 1852, les trois dernières colonnes étant réservées à l'indication de la température moyenne et aux moyennes des températures extrêmes enregistrées à l'aide des thermométrographes. Les heures de minuit, 14 h., 16 h., pour lesquelles la température a été obtenue par interpolation, ont été mises entre parenthèses.

(*Voyez le tableau ci-contre.*)

La variation diurne de la température est représentée par les formules suivantes, dans lesquelles l'heure $\mu$ est comptée à partir de midi; ces formules renferment le terme dépendant de $3\,\mu$ qui est assez sensible pour Genève, ainsi que je l'ai montré précédemment.

(*Voyez le tableau page* 248.)

## Genève 1852

| | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | Minuit. | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Tempér. Moyen. | Minim. moyen. | Maxim. moyen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Janvier ..... | + 4,08 | + 4,94 | + 4,23 | + 2,88 | + 2,22 | + 1,93 | + 1,59 | + 1,30 | + 0,92 | + 0,52 | + 0,35 | + 2,30 | + 2,27 | - 1,58 | + 6,28 |
| Février ..... | + 3,87 | + 4,24 | + 4,18 | + 3,25 | + 2,58 | + 1,97 | + 1,65 | + 1,42 | + 1,04 | + 0,89 | + 1,03 | + 2,62 | + 2,39 | - 0,44 | + 5,54 |
| Mars. ....... | + 5,52 | + 6,58 | + 6,41 | + 5,20 | + 3,66 | + 2,17 | + 0,70 | - 0,73 | - 1,62 | - 1,11 | + 0,93 | + 3,69 | + 2,61 | - 1,93 | + 8,15 |
| Avril ....... | +10,87 | +11,95 | +12,15 | +10,88 | + 9,13 | + 7,56 | + 6,20 | + 4,39 | + 3,11 | + 3,64 | + 6,66 | + 8,76 | + 7,94 | + 2,61 | +13,63 |
| Mai ........ | +16,02 | +17,35 | +16,61 | +15,58 | +13,26 | +12,03 | +10,88 | + 9,25 | + 8,31 | + 9,42 | +12,35 | +14,49 | +12,96 | + 7,36 | +19,03 |
| Juin........ | +18,37 | +19,11 | +19,06 | +17,75 | +15,58 | +14,54 | +12,88 | +11,22 | +10,86 | +12,65 | +15,53 | +17,34 | +15,40 | +10,28 | +21,09 |
| Juillet ...... | +22,62 | +23,14 | +23,15 | +22,37 | +20,38 | +18,18 | +16,01 | +14,30 | +14,04 | +15,64 | +19,02 | +20,95 | +19,15 | +13,42 | +25,14 |
| Août........ | +19,32 | +19,92 | +19,78 | +18,81 | +16,96 | +15,94 | +15,07 | +13,93 | +13,07 | +13,56 | +15,89 | +17,37 | +16,63 | +12,28 | +21,68 |
| Septembre... | +16,27 | +17,26 | +16,93 | +15,55 | +14,37 | +13,44 | +12,59 | +11,19 | +10,23 | +10,63 | +13,08 | +14,90 | +13,87 | + 9,74 | +18,62 |
| Octobre ..... | +10,92 | +11,26 | +10,77 | + 9,88 | + 9,15 | + 8,84 | + 8,50 | + 7,84 | + 7,14 | + 7,19 | + 7,99 | + 9,71 | + 9,10 | + 6,19 | +12,59 |
| Novembre... | + 8,98 | + 9,73 | + 9,45 | + 8,53 | + 7,59 | + 7,18 | + 6,80 | + 6,33 | + 5,73 | + 5,49 | + 5,83 | + 7,42 | + 7,42 | + 4,32 | +11,64 |
| Décembre ... | + 5,55 | + 5,89 | + 5,30 | + 4,15 | + 3,07 | + 2,39 | + 2,10 | + 2,21 | + 2,12 | + 1,70 | + 1,69 | + 3,38 | + 3,29 | + 0,08 | + 7,12 |
| Hiver....... | + 4,51 | + 5,04 | + 4,59 | + 3,43 | + 2,61 | + 2,10 | + 1,77 | + 1,66 | + 1,38 | + 1,04 | + 1,02 | + 2,77 | + 2,66 | - 0,65 | + 6,33 |
| Printemps... | +10,80 | +11,96 | +11,72 | +10,55 | + 8,68 | + 7,25 | + 5,93 | + 4,29 | + 3,25 | + 3,99 | + 6,65 | + 8,99 | + 7,84 | + 2,68 | +13,60 |
| Eté......... | +20,12 | +20,96 | +20,68 | +19,66 | +17,66 | +16,24 | +14,71 | +13,15 | +12,64 | +13,96 | +16,83 | +18,57 | +17,10 | +12,01 | +22,65 |
| Automne..... | +12,04 | +12,73 | +12,36 | +11,31 | +10,35 | + 9,81 | + 9,31 | + 8,47 | + 7,67 | + 7,76 | + 8,96 | +10,79 | +10,13 | + 6,74 | +14,26 |
| Année ...... | +11,89 | +12,64 | +12,36 | +11,26 | + 9,85 | + 8,87 | + 7,93 | + 6,90 | + 6,24 | + 6,70 | + 8,38 | +10,29 | + 9,44 | + 5,21 | +14,24 |

Si l'on compare la température de l'année 1852 avec la moyenne des douze années 1841-1852, on voit qu'elle a été plus élevée, en moyenne, de un demi-degré :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Le mois de Janvier | a été | plus chaud | de | 2°,6 |
| Février | » | plus chaud | de | 0,4 |
| Mars | » | plus froid | de | 1,5 |
| Avril | » | plus froid | de | 0,5 |
| Mai | » | plus chaud | de | 0,2 |
| Juin | » | plus froid | de | 1,2 |
| Juillet | » | plus chaud | de | 1,3 |
| Août | » | plus froid | de | 0,3 |
| Septembre | » | plus froid | de | 0,2 |
| Octobre | » | plus froid | de | 0,2 |
| Novembre | » | plus chaud | de | 2,9 |
| Décembre | » | plus chaud | de | 2,7 |

L'année 1852 forme avec l'année précédente 1851 un contraste frappant, si l'on compare dans ces deux années la température des mois de novembre et de décembre. La température moyenne de novembre 1851 n'était que de + 0°,29, celle de novembre 1852 de 7°,42, différence 7°,13 ; entre la température du mois de décembre de ces deux années, il y a une différence de 6°,73.

Les plus hautes et les plus basses températures enregistrées à l'aide des thermométrographes, sont pour chaque mois :

| | Minimum. | Date. | Maximum. | Date. |
|---|---|---|---|---|
| Janvier... | —10°,1 | le 7 | +14°,3 | le 17 |
| Février.... | — 6,9 | 21 | +12,9 | 6 |
| Mars..... | — 6,4 | 14 | +20,0 | 29 |
| Avril..... | — 2,8 | 21 | +21,9 | 30 |
| Mai...... | + 2,1 | 7 et le 31 | +27,5 | 17 |
| Juin..... | + 3,7 | 1 | +30,2 | 30 |
| Juillet.... | +10,0 | 2 et le 9 | +31,6 | 15 et le 17 |
| Août..... | + 7,9 | 11 | +28,6 | 1 |
| Septembre. | + 3,5 | 25 | +26,4 | 18 |
| Octobre... | — 0,4 | 21 | +22,7 | 5 |
| Novembre. | — 2,3 | 29 | +19,0 | 16 |
| Décembre. | — 4,4 | 21 | +15,0 | 28 |
| Année.... | —10,1 | le 7 janvier | +3[illegible] | le 15 et le 17 |

Le nombre de jours où la température s'est abaissée au-dessous de 0°, pour le minimum ou pour le maximum, est pour chaque mois :

1852

| | Minimum au-dessous de 0. | Maximum au-dessous de 0. |
|---|---|---|
| Janvier....... | 18 jours. | 3 jours. |
| Février ...... | 14 » | 1 » |
| Mars......... | 25 » | 1 » |
| Avril ........ | 5 » | 0 » |
| Octobre ...... | 1 » | 0 » |
| Novembre..... | 4 » | 0 » |
| Décembre..... | 16 » | 0 » |

Il y a eu par conséquent 83 jours dans l'année 1852 où le minimum est descendu au-dessous de 0, soit 11 de moins que de coutume, et 5 jours seulement où le maximum ne s'est pas élevé à 0, tandis que la moyenne est de 23 jours. C'est dans le mois de mars de cette année qu'il a gelé le plus souvent, le nombre des jours de gelée a été près du double de ce qu'il est ordinairement; pour tous les autres mois, les chiffres sont inférieurs à la moyenne.

Le tableau suivant renferme les observations bihoraires de la température faites au Grand St-Bernard, les heures de minuit, 14 h. et 16 h. pour lesquelles la température a été obtenue par interpolation, ont été mises entre parenthèses.

## Saint-Bernard 1859

| | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Températ. moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Janvier.. | — 5,19 | — 5,54 | — 6,45 | — 7,17 | — 7,48 | — 7,60 | — 7,50 | — 7,62 | — 7,88 | — 7,64 | — 7,36 | — 6,46 | — 7,00 |
| Février.. | — 7,77 | — 7,83 | — 8,78 | — 9,64 | — 9,93 | —10,12 | —10,04 | —10,30 | —10,70 | —10,51 | —10,21 | — 8,73 | — 9,55 |
| Mars..... | — 5,19 | — 5,14 | — 6,03 | — 7,43 | — 8,11 | — 8,11 | — 8,70 | — 9,38 | — 9,85 | — 9,49 | — 7,72 | — 6,43 | — 7,64 |
| Avril..... | — 1,23 | — 0,95 | — 1,57 | — 3,61 | — 4,55 | — 4,94 | — 5,89 | — 6,48 | — 6,58 | — 5,95 | — 3,49 | — 2,31 | — 3,95 |
| Mai...... | + 2,36 | + 2,85 | + 1,82 | + 0,49 | — 0,67 | — 1,01 | — 1,83 | — 2,39 | — 2,53 | — 1,95 | — 0,07 | + 1,45 | — 0,13 |
| Juin...... | + 4,95 | + 4,94 | + 3,95 | + 3,43 | + 2,58 | + 2,18 | + 1,47 | + 0,65 | + 0,33 | + 0,93 | + 2,51 | + 4,39 | + 2,70 |
| Juillet.... | + 8,91 | + 8,88 | + 8,47 | + 7,46 | + 6,62 | + 6,35 | + 5,45 | + 4,71 | + 4,43 | + 4,93 | + 6,51 | + 8,06 | + 6,73 |
| Août...... | + 6,57 | + 6,69 | + 6,38 | + 5,61 | + 4,85 | + 4,52 | + 3,72 | + 3,17 | + 2,98 | + 3,42 | + 4,57 | + 5,58 | + 4,83 |
| Septembr. | + 3,85 | + 3,75 | + 3,21 | + 2,27 | + 1,67 | + 1,29 | + 0,85 | + 0,52 | + 0,40 | + 0,85 | + 1,91 | + 3,09 | + 1,97 |
| Octobre.. | + 1,26 | + 1,29 | + 0,32 | — 0,87 | — 1,16 | — 1,32 | — 1,41 | — 1,69 | — 2,11 | — 1,90 | — 1,34 | — 0,16 | — 0,77 |
| Novembre | — 0,25 | — 0,44 | — 1,32 | — 1,81 | — 2,23 | — 2,49 | — 2,46 | — 2,54 | — 2,65 | — 2,39 | — 2,02 | — 1,16 | — 1,81 |
| Décembre | — 2,48 | — 2,46 | — 3,44 | — 3,92 | — 3,71 | — 4,12 | — 4,06 | — 4,23 | — 4,45 | — 4,36 | — 3,69 | — 3,53 | — 3,71 |
| Hiver..... | — 5,09 | — 5,22 | — 6,16 | — 6,85 | — 6,98 | — 7,22 | — 7,14 | — 7,32 | — 7,61 | — 7,44 | — 7,02 | — 6,19 | — 6,69 |
| Printemps | — 1,36 | — 1,08 | — 1,93 | — 3,52 | — 4,44 | — 4,68 | — 5,45 | — 6,05 | — 6,29 | — 5,80 | — 3,77 | — 2,43 | — 3,90 |
| Été....... | + 6,83 | + 6,86 | + 6,29 | + 5,52 | + 4,71 | + 4,37 | + 3,56 | + 2,86 | + 2,61 | + 3,12 | + 4,66 | + 6,02 | + 4,78 |
| Automne. | + 1,62 | + 1,53 | + 0,73 | — 0,14 | — 0,58 | — 0,85 | — 0,98 | — 1,23 | — 1,46 | — 1,16 | — 0,49 | + 0,58 | — 0,21 |
| Année... | + 0,51 | + 0,53 | — 0,25 | — 1,23 | — 1,81 | — 2,08 | — 2,50 | — 2,94 | — 3,18 | — 2,81 | — 1,67 | — 0,49 | — 1,50 |

La variation diurne de la température est représentée par les formules suivantes, dans lesquelles l'heure $\mu$ est comptée à partir de midi :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Janvier | $t = -7°,00$ | $+1°,06 \sin(\mu + 70°,7)$ | $+0°,54 \sin(2\mu + 68°,2)$ |
| Février | $t = -9,55$ | $+1,22 \sin(\mu + 63,2)$ | $+0,63 \sin(2\mu + 71,6)$ |
| Mars... | $t = -7,64$ | $+2,09 \sin(\mu + 59,5)$ | $+0,74 \sin(2\mu + 92,3)$ |
| Avril... | $t = -3,95$ | $+2,79 \sin(\mu + 62,9)$ | $+0,54 \sin(2\mu + 92,1)$ |
| Mai.... | $t = -0,13$ | $+2,52 \sin(\mu + 61,8)$ | $+0,52 \sin(2\mu + 90,0)$ |
| Juin.... | $t = +2,70$ | $+2,12 \sin(\mu + 58,1)$ | $+0,62 \sin(2\mu + 113,7)$ |
| Juillet. | $t = +6,73$ | $+2,15 \sin(\mu + 55,1)$ | $+0,50 \sin(2\mu + 106,3)$ |
| Août... | $t = +4,83$ | $+1,79 \sin(\mu + 52,0)$ | $+0,30 \sin(2\mu + 99,5)$ |
| Sept.... | $t = +1,97$ | $+1,64 \sin(\mu + 63,6)$ | $+0,39 \sin(2\mu + 91,5)$ |
| Octob.. | $t = -0,77$ | $+1,45 \sin(\mu + 60,6)$ | $+0,67 \sin(2\mu + 68,0)$ |
| Nov.... | $t = -1,81$ | $+1,05 \sin(\mu + 72,8)$ | $+0,39 \sin(2\mu + 68,8)$ |
| Décem. | $t = -3,71$ | $+0,77 \sin(\mu + 66,1)$ | $+0,36 \sin(2\mu + 78,7)$ |
| Hiver.. | $t = -6,69$ | $+1,02 \sin(\mu + 66,2)$ | $+0,51 \sin(2\mu + 71,6)$ |
| Print... | $t = -3,90$ | $+2,44 \sin(\mu + 61,9)$ | $+0,60 \sin(2\mu + 91,9)$ |
| Eté..... | $t = +4,78$ | $+2,01 \sin(\mu + 55,8)$ | $+0,47 \sin(2\mu + 110,0)$ |
| Autom. | $t = -0,21$ | $+1,36 \sin(\mu + 64,5)$ | $+0,48 \sin(2\mu + 75,4)$ |
| Année.. | $t = -1,50$ | $+1,71 \sin(\mu + 61,3)$ | $+0,50 \sin(2\mu + 86,5)$ |

Si l'on compare la température de l'année 1852 avec la moyenne des douze années 1841-52, on trouve qu'elle a été plus élevée, en moyenne, de quatre dixièmes de degré :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Le mois de Janvier | a été | plus chaud de | 2°,8 |
| Février | » | plus froid de | 1,4 |
| Mars | » | plus froid de | 0,3 |
| Avril | » | plus froid de | 0,3 |
| Mai | » | plus froid de | 0,7 |
| Juin | » | plus froid de | 1,6 |
| Juillet | » | plus chaud de | 0,8 |
| Août | » | plus froid de | 0,6 |
| Septembre | » | plus froid de | 0,7 |
| Octobre | » | plus chaud de | 0,2 |
| Novembre | » | plus chaud de | 3,5 |
| Décembre | » | plus chaud de | 3,3 |

Au St-Bernard, la différence entre la température du mois de novembre des années 1851 et 1852 est plus forte encore qu'à Genève ; elle s'élève à 10°,63, la température moyenne du mois de novembre ayant été de —12°,44 en 1851, et de—1°,81 en 1852 ; par contre, la différence est moindre pour le mois de décembre, elle n'est que de 3°,22.

La différence entre la température moyenne de Genève et du St-Bernard est :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| En Janvier, | de | 9°,27 | En Juillet, | de | 12°,42 |
| Février, | de | 11,94 | Août, | de | 11,80 |
| Mars, | de | 10,25 | Septembre, | de | 11,90 |
| Avril, | de | 11,89 | Octobre, | de | 10,87 |
| Mai, | de | 13,09 | Novembre, | de | 9,23 |
| Juin, | de | 12,70 | Décembre, | de | 7,00 |
| | | | Pour l'année, | de | 10°,94 |

Le lac qui est à côté de l'hospice a été débarrassé de la glace qui le recouvrait, dans la journée du 6 juillet ; la glace a commencé à se former le 16 octobre, et dans la nuit du 27 au 28 octobre, le lac a été entièrement couvert de glace ; il y a eu par conséquent 102 jours dans l'année 1852 pendant lesquels le lac a été entièrement libre.

## PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

La première colonne du tableau suivant donne pour chaque mois la hauteur moyenne du baromètre à Genève pour l'année 1852, et les colonnes suivantes la quantité qu'il faut ajouter à la moyenne pour obtenir la hauteur observée aux différentes heures. Les heures de minuit, 14 h., 16 h. pour lesquelles la hauteur n'a pas été observée directement, ont été mises entre parenthèses.



La correction + 0$^{mm}$,50, qu'il faut ajouter aux indications du baromètre pour les ramener à la hauteur absolue, ainsi que je l'ai exposé plus haut, a été appliquée aux chiffres donnant la hauteur moyenne.

| | Hauteur moyen. | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | Minuit. | (14) h. | (16) h. | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Janvier...... | 728,71 | +0,01 | —0,61 | —0,52 | —0,21 | +0,18 | +0,31 | +0,21 | —0,09 | —0,17 | +0,05 | +0,27 | +0,51 |
| Février...... | 726,74 | +0,36 | —0,36 | —0,46 | —0,13 | +0,03 | +0,10 | —0,02 | —0,28 | —0,28 | 0,00 | +0,34 | +0,59 |
| Mars........ | 726,92 | +0,20 | —0,49 | —0,82 | —0,54 | —0,09 | +0,14 | +0,01 | —0,14 | —0,02 | +0,46 | +0,70 | +0,62 |
| Avril........ | 724,88 | +0,14 | —0,51 | —0,92 | —0,80 | —0,18 | +0,11 | +0,07 | —0,03 | +0,09 | +0,53 | +0,83 | +0,73 |
| Mai........ | 725,75 | —0,12 | —0,59 | —0,81 | —0,70 | —0,05 | +0,42 | +0,41 | +0,25 | +0,17 | +0,33 | +0,44 | +0,28 |
| Juin......... | 724,73 | —0,04 | —0,42 | —0,67 | —0,52 | —0,04 | +0,41 | +0,40 | +0,23 | +0,09 | +0,21 | +0,32 | +0,10 |
| Juillet....... | 726,59 | +0,06 | —0,38 | —0,59 | —0,62 | —0,21 | +0,17 | +0,21 | +0,14 | +0,14 | +0,33 | +0,48 | +0,32 |
| Août........ | 725,90 | —0,03 | —0,37 | —0,58 | —0,46 | +0,03 | +0,25 | +0,22 | +0,05 | 0,00 | +0,20 | +0,40 | +0,31 |
| Septembre.... | 726,14 | +0,10 | —0,31 | —0,54 | —0,41 | +0,09 | +0,22 | +0,13 | —0,09 | —0,12 | +0,11 | +0,38 | +0,43 |
| Octobre...... | 726,14 | +0,03 | —0,32 | —0,36 | —0,12 | +0,16 | +0,33 | +0,11 | —0,20 | —0,28 | —0,06 | +0,32 | +0,39 |
| Novembre.... | 723,19 | +0,03 | —0,38 | —0,29 | —0,07 | +0,05 | +0,18 | —0,03 | —0,28 | —0,26 | +0,01 | +0,44 | +0,57 |
| Décembre.... | 727,95 | +0,10 | —0,45 | —0,39 | —0,04 | +0,28 | +0,36 | +0,14 | —0,28 | —0,41 | —0,16 | +0,14 | +0,61 |
| Hiver........ | 727,82 | +0,16 | —0,47 | —0,45 | —0,12 | +0,17 | +0,26 | +0,11 | —0,22 | —0,29 | —0,03 | +0,25 | +0,57 |
| Printemps.... | 725,86 | +0,07 | —0,53 | —0,85 | —0,68 | —0,10 | +0,22 | +0,17 | +0,03 | +0,08 | +0,44 | +0,66 | +0,54 |
| Été......... | 725,75 | 0,00 | —0,39 | —0,61 | —0,53 | —0,07 | +0,28 | +0,27 | +0,15 | +0,09 | +0,25 | +0,40 | +0,25 |
| Automne..... | 725,17 | +0,05 | —0,34 | —0,40 | —0,20 | +0,10 | +0,24 | +0,06 | —0,19 | —0,22 | +0,02 | +0,38 | +0,46 |
| Année....... | 726,15 | +0,07 | —0,44 | —0,58 | —0,39 | +0,02 | +0,25 | +0,16 | —0,06 | —0,09 | +0,17 | +0,42 | +0,45 |

Les formules qui représentent la variation diurne de la pression atmosphériq ue, sont :

| | | | |
|---|---|---|---|
| | mm | mm ° | mm ° |
| Janvier | $b = 728{,}71$ | $+0{,}20 \sin(\mu + 212{,}9)$ | $+0{,}38 \sin(2\nu + 164{,}9)$ |
| Février | $b = 726{,}74$ | $+0{,}20 \sin(\mu + 139{,}1)$ | $+0{,}36 \sin(2\mu + 162{,}1)$ |
| Mars... | $b = 726{,}92$ | $+0{,}46 \sin(\mu + 172{,}6)$ | $+0{,}42 \sin(2\mu + 170{,}3)$ |
| Avril.. | $b = 724{,}88$ | $+0{,}61 \sin(\mu + 176{,}3)$ | $+0{,}43 \sin(2\mu + 165{,}1)$ |
| Mai.... | $b = 725{,}75$ | $+0{,}51 \sin(\mu + 210{,}6)$ | $+0{,}34 \sin(2\mu + 153{,}4)$ |
| Juin.... | $b = 724{,}73$ | $+0{,}38 \sin(\mu + 218{,}7)$ | $+0{,}29 \sin(2\mu + 146{,}3)$ |
| Juillet. | $b = 726{,}59$ | $+0{,}42 \sin(\mu + 190{,}4)$ | $+0{,}26 \sin(2\mu + 149{,}4)$ |
| Août... | $b = 725{,}90$ | $+0{,}30 \sin(\mu + 201{,}5)$ | $+0{,}30 \sin(2\mu + 158{,}5)$ |
| Sept.... | $b = 726{,}14$ | $+0{,}23 \sin(\mu + 182{,}5)$ | $+0{,}33 \sin(2\mu + 158{,}8)$ |
| Octob.. | $b = 726{,}14$ | $+0{,}06 \sin(\mu + 198{,}4)$ | $+0{,}35 \sin(2\mu + 165{,}2)$ |
| Nov.... | $b = 723{,}19$ | $+0{,}13 \sin(\mu + 147{,}5)$ | $+0{,}35 \sin(2\mu + 173{,}5)$ |
| Décem. | $b = 727{,}95$ | $+0{,}01 \sin(\mu + 270{,}0)$ | $+0{,}43 \sin(2\mu + 162{,}4)$ |
| Hiver.. | $b = 727{,}82$ | $+0{,}11 \sin(\mu + 180{,}0)$ | $+0{,}40 \sin(2\mu + 163{,}8)$ |
| Print... | $b = 725{,}86$ | $+0{,}51 \sin(\mu + 186{,}8)$ | $+0{,}39 \sin(2\mu + 162{,}9)$ |
| Eté..... | $b = 725{,}75$ | $+0{,}36 \sin(\mu + 202{,}7)$ | $+0{,}27 \sin(2\mu + 151{,}6)$ |
| Autom. | $b = 725{,}17$ | $+0{,}13 \sin(\mu + 175{,}6)$ | $+0{,}34 \sin(2\mu + 167{,}4)$ |
| Année.. | $b = 726{,}15$ | $+0{,}27 \sin(\mu + 190{,}5)$ | $+0{,}36 \sin(2\mu + 162{,}1)$ |

Les plus fortes et les plus faibles valeurs de la pression atmosphérique sont pour chaque mois :

| | Maximum. | Date. | Minimum. | Date. | Amplitude. |
|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | mm | | mm |
| Janvier.... | 735,78 | le 5 | 716,75 | le 9 | 19,03 |
| Février ... | 737,14 | 4 | 713,73 | 10 | 23,41 |
| Mars ...... | 741,77 | 6 | 715,39 | 27 | 26,38 |
| Avril...... | 732,34 | 13 | 714,18 | 17 | 18,16 |
| Mai........ | 732,47 | 15 | 716,65 | 30 | 15,82 |
| Juin....... | 730,71 | 24 | 717,73 | 14 | 12,98 |
| Juillet .... | 732,63 | 3 | 719,15 | 7 | 13,48 |
| Août ...... | 732,05 | 29 | 718,48 | 4 | 13,57 |
| Septembre. | 735,13 | 23 | 717,24 | 28 | 17,89 |
| Octobre ... | 737,28 | 20 | 713,03 | 27 | 24,25 |
| Novembre . | 738,68 | 8 | 707,31 | 22 | 31,37 |
| Décembre.. | 737,46 | 19 | 714,91 | 15 | 22,55 |
| Année .... | 741,77 | [illegible] mars | 707,31 | le 22 nov. | 34,46 |



## Saint-Bernard 1859

| | Hauteur moyenne | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Janvier...... | 563,36 | 0,00 | — 0,14 | — 0,14 | + 0,05 | + 0,19 | + 0,24 | 0,00 | — 0,30 | — 0,36 | — 0,23 | + 0,13 | + 0,44 |
| Février...... | 559,53 | + 0,22 | — 0,07 | — 0,05 | + 0,11 | + 0,07 | + 0,05 | — 0,17 | — 0,36 | — 0,33 | — 0,10 | + 0,22 | + 0,42 |
| Mars........ | 561,07 | + 0,04 | — 0,05 | — 0,04 | + 0,16 | + 0,29 | + 0,36 | + 0,18 | — 0,17 | — 0,40 | — 0,37 | — 0,09 | + 0,07 |
| Avril........ | 561,45 | + 0,10 | 0,00 | — 0,06 | + 0,06 | + 0,28 | + 0,41 | + 0,23 | — 0,13 | — 0,40 | — 0,36 | — 0,14 | + 0,06 |
| Mai......... | 564,57 | + 0,04 | — 0,03 | — 0,01 | + 0,02 | + 0,25 | + 0,43 | + 0,43 | — 0,07 | — 0,31 | — 0,29 | — 0,17 | — 0,03 |
| Juin......... | 565,16 | + 0,06 | + 0,04 | — 0,04 | + 0,03 | + 0,17 | + 0,40 | + 0,27 | — 0,07 | — 0,38 | — 0,37 | — 0,16 | 0,00 |
| Juillet........ | 568,48 | — 0,09 | — 0,02 | — 0,01 | + 0,05 | + 0,30 | + 0,45 | + 0,30 | 0,00 | — 0,28 | — 0,31 | — 0,23 | — 0,12 |
| Août......... | 567,08 | + 0,03 | — 0,08 | — 0,06 | — 0,04 | + 0,08 | + 0,30 | + 0,26 | + 0,06 | — 0,16 | — 0,22 | — 0,12 | + 0,01 |
| Septembre... | 565,90 | — 0,05 | — 0,16 | — 0,11 | + 0,03 | + 0,36 | + 0,46 | + 0,28 | — 0,09 | — 0,34 | — 0,29 | — 0,09 | + 0,06 |
| Octobre..... | 564,22 | + 0,02 | — 0,07 | — 0,07 | + 0,23 | + 0,38 | + 0,45 | + 0,17 | — 0,29 | — 0,54 | — 0,49 | + 0,02 | + 0,14 |
| Novembre.... | 562,30 | + 0,19 | — 0,01 | — 0,04 | + 0,01 | + 0,07 | + 0,14 | — 0,02 | — 0,28 | — 0,37 | — 0,21 | + 0,12 | + 0,39 |
| Décembre.... | 564,74 | 0,00 | — 0,06 | + 0,01 | + 0,20 | + 0,30 | + 0,38 | + 0,04 | — 0,35 | — 0,49 | — 0,35 | — 0,01 | + 0,38 |
| Hiver...... | 562,61 | + 0,07 | — 0,12 | — 0,06 | + 0,12 | + 0,18 | + 0,23 | — 0,03 | — 0,34 | — 0,40 | — 0,23 | + 0,11 | + 0,41 |
| Printemps.... | 562,37 | + 0,06 | — 0,02 | — 0,03 | + 0,08 | + 0,28 | + 0,40 | + 0,22 | — 0,12 | — 0,37 | — 0,34 | — 0,13 | + 0,04 |
| Eté......... | 566,92 | + 0,01 | — 0,02 | — 0,04 | + 0,02 | + 0,19 | + 0,39 | + 0,28 | 0,00 | — 0,26 | — 0,29 | — 0,16 | — 0,03 |
| Automne..... | 564,14 | + 0,05 | — 0,08 | — 0,07 | + 0,09 | + 0,28 | + 0,35 | + 0,12 | — 0,23 | — 0,41 | — 0,33 | + 0,02 | + 0,20 |
| Année....... | 564,01 | + 0,05 | — 0,06 | — 0,05 | + 0,08 | + 0,23 | + 0,35 | + 0,16 | — 0,16 | — 0,36 | — 0,29 | — 0,04 | + 0,16 |

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations.

| | Hauteur moyenne | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Hiver....... | 165,21 | + 0,09 | — 0,35 | — 0,39 | — 0,24 | — 0,01 | + 0,03 | + 0,14 | + 0,12 | + 0,11 | + 0,20 | + 0,14 | + 0,16 |
| Printemps.... | 163,49 | + 0,01 | — 0,51 | — 0,82 | — 0,76 | — 0,38 | — 0,18 | — 0,05 | + 0,15 | + 0,45 | + 0,78 | + 0,79 | + 0,50 |
| Eté......... | 158,83 | — 0,01 | — 0,37 | — 0,57 | — 0,55 | — 0,26 | — 0,11 | — 0,01 | + 0,15 | + 0,35 | + 0,54 | + 0,56 | + 0,28 |
| Automne..... | 161,03 | 0,00 | — 0,26 | — 0,33 | — 0,29 | — 0,18 | — 0,11 | — 0,06 | + 0,04 | + 0,19 | + 0,35 | + 0,36 | + 0,26 |
| Année....... | 162,14 | + 0,02 | — 0,38 | — 0,53 | — 0,47 | — 0,21 | — 0,10 | 0,00 | + 0,10 | + 0,27 | + 0,46 | + 0,46 | + 0,29 |

Les observations du baromètre faites au St-Bernard pendant l'année 1852 sont données dans le tableau qui précède, sous la même forme que celles de Genève.

En calculant la différence de hauteur entre Genève et le St-Bernard, à l'aide des moyennes de la température et de la pression atmosphérique, pour l'année 1852, je trouve, d'après mes nouvelles tables hypsométriques, 2060,9 mètres, soit 5,1 mètres de moins que le chiffre que j'avais obtenu dans le résumé des dix années 1841-1850.

Les formules qui représentent la variation diurne de la pression atmosphérique au St-Bernard, pendant l'année 1852, sont, l'heure étant toujours comptée à partir de midi :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | ° | mm | °
| Janvier | $b$=563,36 | +0,10 sin | $(\mu +$ 36,9$)$ | +0,28 sin$(2\mu +$ 167,7$)$ |
| Février | $b$=559,53 | +0,19 sin | $(\mu +$ 78,1$)$ | +0,22 sin$(2\mu +$ 176,1$)$ |
| Mars .. | $b$=561,07 | +0,25 sin | $(\mu +$ 346,0$)$ | +0,22 sin$(2\mu +$ 147,7$)$ |
| Avril .. | $b$=561,45 | +0,23 sin | $(\mu +$ 344,7$)$ | +0,25 sin$(2\mu +$ 136,6$)$ |
| Mai.... | $b$=564,57 | +0,22 sin | $(\mu +$ 334,6$)$ | +0,20 sin$(2\mu +$ 135,0$)$ |
| Juin... | $b$=565,16 | +0,24 sin | $(\mu +$ 340,8$)$ | +0,23 sin$(2\mu +$ 125,4$)$ |
| Juillet. | $b$=568,48 | +0,29 sin | $(\mu +$ 323,5$)$ | +0,17 sin$(2\mu +$ 130,2$)$ |
| Août... | $b$=567,08 | +0,15 sin | $(\mu +$ 306,9$)$ | +0,16 sin$(2\mu +$ 119,7$)$ |
| Sept... | $b$=565,90 | +0,23 sin | $(\mu +$ 322,1$)$ | +0,26 sin$(2\mu +$ 149,4$)$ |
| Octob . | $b$=564,22 | +0,29 sin | $(\mu +$ 352,1$)$ | +0,31 sin$(2\mu +$ 155,5$)$ |
| Nov ... | $b$=562,30 | +0,16 sin | $(\mu +$ 55,3$)$ | +0,23 sin$(2\mu +$ 151,2$)$ |
| Déc ... | $b$=564,74 | +0,22 sin | $(\mu +$ 7,8$)$ | +0,29 sin$(2\mu +$ 166,0$)$ |
| Hiver.. | $b$=562,61 | +0,15 sin | $(\mu +$ 36,9$)$ | +0,27 sin$(2\mu +$ 167,0$)$ |
| Print .. | $b$=562,37 | +0,23 sin | $(\mu +$ 342,3$)$ | +0,22 sin$(2\mu +$ 140,5$)$ |
| Été.... | $b$=566,92 | +0,21 sin | $(\mu +$ 324,8$)$ | +0,19 sin$(2\mu +$ 126,2$)$ |
| Autom . | $b$=564,14 | +0,18 sin | $(\mu +$ 356,8$)$ | +0,26 sin$(2\mu +$ 155,4$)$ |
| Année . | $b$=564,01 | +0,17 sin | $(\mu +$ 350,0$)$ | +0,23 sin$(2\mu +$ 149,0$)$ |



Les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au St-Bernard pendant l'année 1852, sont :

| | Maximum. | Date. | Minimum. | Date. | Amplitude. |
|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | mm | | mm |
| Janvier.... | 570,44 | le 16 | 555,70 | le 9 | 14,74 |
| Février... | 569,11 | 5 | 549,03 | 19 | 20,08 |
| Mars..... | 573,12 | 7 | 551,69 | 26 | 21,43 |
| Avril..... | 566,93 | 13 | 552,82 | 18 | 14,11 |
| Mai...... | 570,94 | 16 | 556,06 | 2 | 14,88 |
| Juin ..... | 571,38 | 30 | 557,34 | 14 | 14,04 |
| Juillet.... | 573,56 | 4 | 561,15 | 28 | 12,41 |
| Août..... | 573,95 | 29 | 561,02 | 4 | 12,93 |
| Septembre. | 570,08 | 1 | 558,43 | 29 | 11,65 |
| Octobre... | 572,95 | 20 | 554,42 | 27 | 18,53 |
| Novembre. | 575,31 | 8 | 548,32 | 24 | 26,99 |
| Décembre. | 572,76 | 20 | 554,85 | 16 | 17,91 |
| Année.... | 575,31 | le 8 nov. | 548,32 | 24 nov. | 26,99 |

C'est en général la même onde atmosphérique qui produit, soit à Genève, soit au St-Bernard, le maximum ou le minimum de chaque mois pour la hauteur du baromètre, mais ordinairement avec un retard pour l'époque du maximum et du minimum dans cette dernière station ; ainsi, au St-Bernard, en

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Janvier, | le minim. | a eu lieu | 2 h. plus tard. | |
| Février, | le maxim. | id. | 24 h. plus tard. | |
| Mars, | le maxim. | id. | 10 h. plus tard, | le minim. 24 h. plus tôt. |
| Avril, | le maxim. | id. | 12 h. plus tard, | le minim. 12 h. plus tard. |
| Mai, | le maxim. | id. | 26 h. plus tard. | |
| Juin, | le minim. | id. | 2 h. plus tard. | |
| Juillet, | le maxim. | id. | 28 h. plus tard. | |
| Août, | le maxim. | id. | 12 h. plus tard, | le minim. 4 h. plus tôt. |
| Septemb. | le minim. | id. | 20 h. plus tard. | |
| Octobre, | le maxim. | id. | 12 h. plus tard, | le minim. 2 h. plus tard. |
| Novembre, | le maxim. | id. | en même temps, | le minim. 32 h. plus tard. |
| Décembre, | le maxim. | id. | 24 h. plus tard, | le minim. 8 h. plus tard. |

## ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DE L'AIR.

**Genève 1852**

| | TENSION DE LA VAPEUR. | | | | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Midi. | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | | | | | | | | |
| Janvier..... | 4,62 | 4,67 | 4,72 | 4,73 | 4,67 | 4,49 | 4,34 | 4,28 | 4,37 | 0,75 | 0,71 | 0,75 | 0,82 | 0,86 | 0,84 | 0,90 | 0,89 | 0,80 |
| Février..... | 4,40 | 4,30 | 4,39 | 4,32 | 4,37 | 4,33 | 4,24 | 4,18 | 4,36 | 0,72 | 0,70 | 0,72 | 0,75 | 0,79 | 0,82 | 0,86 | 0,84 | 0,78 |
| Mars........ | 3,99 | 4,14 | 4,25 | 4,17 | 4,04 | 4,02 | 3,92 | 4,04 | 4,00 | 0,59 | 0,57 | 0,59 | 0,63 | 0,67 | 0,74 | 0,91 | 0,78 | 0,65 |
| Avril........ | 5,04 | 4,88 | 4,80 | 5,06 | 5,10 | 5,14 | 4,83 | 4,97 | 4,98 | 0,52 | 0,48 | 0,45 | 0,53 | 0,59 | 0,65 | 0,79 | 0,67 | 0,57 |
| Mai......... | 7,44 | 7,00 | 7,22 | 7,57 | 7,79 | 7,46 | 7,53 | 7,66 | 7,65 | 0,54 | 0,48 | 0,52 | 0,59 | 0,69 | 0,70 | 0,83 | 0,70 | 0,61 |
| Juin......... | 9,38 | 9,40 | 9,60 | 9,47 | 9,66 | 9,42 | 9,48 | 9,47 | 9,40 | 0,60 | 0,58 | 0,59 | 0,64 | 0,74 | 0,77 | 0,86 | 0,72 | 0,64 |
| Juillet...... | 11,44 | 11,46 | 11,61 | 12,26 | 12,38 | 11,80 | 11,46 | 12,06 | 11,73 | 0,57 | 0,56 | 0,57 | 0,62 | 0,70 | 0,77 | 0,87 | 0,73 | 0,64 |
| Août........ | 11,36 | 11,09 | 11,00 | 11,18 | 11,45 | 11,42 | 10,62 | 11,11 | 11,55 | 0,69 | 0,66 | 0,66 | 0,71 | 0,80 | 0,85 | 0,91 | 0,82 | 0,79 |
| Septembre.. | 9,45 | 9,36 | 9,40 | 9,62 | 9,48 | 9,32 | 8,92 | 9,56 | 9,66 | 0,68 | 0,63 | 0,66 | 0,73 | 0,78 | 0,80 | 0,92 | 0,84 | 0,76 |
| Octobre..... | 7,23 | 7,28 | 7,10 | 7,17 | 7,01 | 6,90 | 6,54 | 6,72 | 7,15 | 0,75 | 0,74 | 0,75 | 0,79 | 0,81 | 0,81 | 0,86 | 0,85 | 0,80 |
| Novembre... | 7,35 | 7,27 | 7,07 | 6,96 | 7,01 | 6,90 | 6,52 | 6,53 | 7,10 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,84 | 0,89 | 0,90 | 0,95 | 0,93 | 0,88 |
| Décembre... | 5,37 | 5,42 | 5,52 | 5,37 | 5,15 | 4,91 | 4,77 | 4,81 | 5,09 | 0,80 | 0,80 | 0,84 | 0,88 | 0,90 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,88 |
| Hiver....... | 4,80 | 4,81 | 4,89 | 4,82 | 4,74 | 4,58 | 4,45 | 4,43 | 4,61 | 0,76 | 0,74 | 0,77 | 0,82 | 0,85 | 0,86 | 0,89 | 0,89 | 0,82 |
| Printemps... | 5,50 | 5,35 | 5,43 | 5,61 | 5,65 | 5,55 | 5,43 | 5,56 | 5,55 | 0,55 | 0,51 | 0,52 | 0,58 | 0,65 | 0,70 | 0,85 | 0,71 | 0,61 |
| Été.......... | 10,74 | 10,67 | 10,75 | 10,99 | 11,18 | 10,90 | 10,53 | 10,90 | 10,91 | 0,62 | 0,60 | 0,61 | 0,66 | 0,75 | 0,80 | 0,88 | 0,76 | 0,69 |
| Automne.... | 8,00 | 7,95 | 7,85 | 7,92 | 7,82 | 7,70 | 7,32 | 7,60 | 7,96 | 0,76 | 0,72 | 0,74 | 0,79 | 0,83 | 0,84 | 0,91 | 0,87 | 0,81 |
| Année...... | 7,27 | 7,20 | 7,24 | 7,34 | 7,35 | 7,19 | 6,94 | 7,13 | 7,26 | 0,67 | 0,64 | 0,66 | 0,71 | 0,77 | 0,80 | 0,88 | 0,81 | 0,73 |

Les résultats des observations psychrométriques faites pendant l'année 1852 sont donnés dans le tableau qui précède. Dans le résumé de l'année dernière, j'ai discuté les observations psychrométriques des trois années 1849-51, et j'en ai déduit les formules qui représentent la variation diurne de la tension de la vapeur et de la fraction de saturation. Avant de reprendre ces calculs, qui ne peuvent être entrepris que sur une moyenne de plusieurs années, j'attendrai d'avoir à ma disposition une série plus longue d'observations.

(*Voyez le tableau ci-derrière.*)

## DES VENTS.

Les chiffres qui représentent l'intensité avec laquelle chacun des principaux vents a soufflé à Genève, dans tous les mois de l'année 1852, sont indiqués dans le tableau suivant :

VENTS OBSERVÉS A GENÈVE DANS L'ANNÉE 1852.

| | Janv. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calme. | 29 | 18 | 6 | 24 | 24 | 20 | 15 | 25 | 44 | 24 | 30 | 29 | 288 |
| N..... | 37 | 72 | 148 | 169 | 115 | 54 | 140 | 83 | 82 | 60 | 63 | 34 | 1057 |
| NNE.. | 30 | 82 | 162 | 90 | 33 | 10 | 34 | 17 | 52 | 86 | 10 | 14 | 620 |
| NE.... | 4 | 10 | 1 | 3 | 2 | 2 | 9 | 5 | 7 | 4 | 14 | 8 | 69 |
| ENE.. | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 21 |
| E..... | 14 | 11 | 3 | 1 | 0 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 5 | 52 |
| ESE .. | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 13 |
| SE.... | 7 | 1 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 30 |
| SSE... | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 8 | 4 | 5 | 3 | 8 | 38 |
| S..... | 48 | 47 | 18 | 15 | 35 | 29 | 26 | 40 | 51 | 49 | 58 | 57 | 473 |
| SSO... | 61 | 44 | 32 | 11 | 39 | 94 | 34 | 58 | 48 | 68 | 44 | 53 | 586 |
| SO.... | 37 | 21 | 21 | 15 | 38 | 52 | 8 | 32 | 24 | 20 | 28 | 45 | 341 |
| OSO .. | 9 | 4 | 7 | 4 | 3 | 14 | 8 | 9 | 2 | 4 | 15 | 15 | 94 |
| O..... | 10 | 4 | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 8 | 8 | 10 | 6 | 15 | 77 |
| ONO... | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 0 | 2 | 17 |
| NO ... | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 25 |
| NNO... | 3 | 5 | 1 | 7 | 5 | 7 | 7 | 6 | 3 | 7 | 5 | 5 | 61 |

L'on peut déduire de ces chiffres l'intensité relative des deux principaux courants atmosphériques, en prenant le rapport des vents qui soufflent entre le nord et l'est, à ceux qui soufflent entre le sud et l'ouest, de même que la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents observés ; on obtient ainsi :

| | RAPPORT. Vents N.-E. à S.-O. | RÉSULTANTE Direction. | Intensité sur 100. | Calme sur 100. |
|---|---|---|---|---|
| Janvier.... | 0,53 | S 24°,7 O | 27 | 10 |
| Février.... | 1,48 | N 8,6 E | 22 | 7 |
| Mars...... | 3,81 | N 6,3 E | 85 | 2 |
| Avril...... | 5,62 | N 3,3 E | 84 | 9 |
| Mai....... | 1,28 | N 32,5 O | 21 | 9 |
| Juin....... | 0,37 | S 43,0 O | 44 | 7 |
| Juillet..... | 2,39 | N 3,0 O | 42 | 5 |
| Août...... | 0,75 | S 70,1 O | 18 | 9 |
| Septembre.. | 1,07 | N 42,7 O | 10 | 16 |
| Octobre.... | 1,05 | N 34,5 O | 8 | 8 |
| Novembre.. | 0,61 | S 41,1 O | 20 | 11 |
| Décembre.. | 0,34 | S 31,3 O | 43 | 10 |
| Année..... | 1,16 | N 34,1 O | 15 | 9 |

Quoique les mois de mars et d'avril présentent une prépondérance exceptionnelle des vents du nord, et ceux de juin et de décembre des vents du sud-ouest, l'année 1852, dans son ensemble, s'écarte peu de la moyenne sous le rapport de la distribution des vents.

Les observations des vents faites au St-Bernard pendant l'année 1852, donnent :



| | VENTS. | | | RÉSULTANTE. | | Calme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NE | SO | Rapport. | Direction. | Intensité sur 100. | sur 100. |
| Janvier... | 184 | 158 | 1,17 | NE | 9 | 11 |
| Février... | 364 | 102 | 3,57 | NE | 100 | 4 |
| Mars..... | 237 | 104 | 2,28 | NE | 48 | 20 |
| Avril..... | 300 | 62 | 4,84 | NE | 88 | 10 |
| Mai...... | 142 | 134 | 1,01 | NE | 3 | 38 |
| Juin ..... | 80 | 142 | 0,56 | SO | 23 | 41 |
| Juillet.... | 231 | 44 | 5,25 | NE | 67 | 34 |
| Août..... | 171 | 191 | 0,90 | SO | 7 | 15 |
| Septembre. | 130 | 169 | 0,77 | SO | 14 | 24 |
| Octobre... | 97 | 96 | 1,01 | NE | 0 | 55 |
| Novembre. | 139 | 88 | 1,58 | NE | 19 | 30 |
| Décembre. | 149 | 138 | 1,08 | NE | 4 | 29 |
| Année.... | 2224 | 1428 | 1,56 | NE | 24 | 26 |

Au St-Bernard, les vents du nord-est ont soufflé plus fréquemment que de coutume ; dans les mois de janvier, novembre et décembre, le vent du nord-est prédominait au St-Bernard, tandis que le vent du sud-ouest soufflait à Genève ; l'inverse a eu lieu au mois de septembre, le vent du nord-est soufflait plus habituellement à Genève et le vent du sud-ouest au St-Bernard.

## DE LA PLUIE.

Le relevé du nombre de jours de pluie ou de neige, et de la quantité d'eau tombée, fournit les résultats suivants, à Genève et au St-Bernard, pour l'année 1852 :

| | GENÈVE. | | SAINT-BERNARD. | |
|---|---|---|---|---|
| | Nombre de jours. | Eau tombée. | Nombre de jours. | Eau tombée. |
| | | mm | | mm |
| Janvier.... | 12 | 45,8 | 14 | 107,8 |
| Février.... | 8 | 19,7 | 11 | 126,0 |
| Mars...... | 3 | 7,6 | 8 | 47,1 |
| Avril ..... | 3 | 9,6 | 13 | 82,5 |
| Mai....... | 12 | 57,1 | 16 | 111,9 |
| Juin ...... | 17 | 99,4 | 15 | 123,9 |
| Juillet..... | 8 | 59,3 | 12 | 55,1 |
| Août...... | 20 | 214,8 | 11 | 118,5 |
| Septembre.. | 13 | 186,5 | 14 | 110,5 |
| Octobre.... | 14 | 165,4 | 13 | 130,8 |
| Novembre.. | 14 | 128,0 | 9 | 46,4 |
| Décembre.. | 7 | 39,1 | 9 | 152,6 |
| Hiver ..... | 27 | 104,6 | 34 | 386,4 |
| Printemps.. | 18 | 74,3 | 37 | 241,5 |
| Été....... | 45 | 373,0 | 38 | 297,5 |
| Automne... | 41 | 479,9 | 36 | 287,7 |
| Année..... | 131 | 1031,8 | 145 | 1213,1 |

L'année 1852 a été à Genève une année exceptionnellement pluvieuse, car les 27 années 1826-52 donnent en moyenne :

| | | | | mm |
|---|---|---|---|---|
| Janvier... | Nombre moyen | 9,j.8 | Quantité moyenne d'eau | 45,79 |
| Février... | id. | 7,8 | id. | 38,07 |
| Mars..... | id. | 8,9 | id. | 44,63 |
| Avril .... | id. | 10,3 | id. | 61,44 |
| Mai...... | id. | 11,3 | id. | 78,06 |
| Juin ..... | id. | 9,8 | id. | 72,64 |
| Juillet.... | id. | 9,3 | id. | 68,95 |
| Août..... | id. | 10,3 | id. | 83,47 |
| Septembre. | id. | 11,1 | id. | 102,68 |
| Octobre .. | id. | 10,6 | id. | 97,94 |
| Novembre. | id. | 10,6 | id. | 80,95 |
| Décembre. | id. | 8,4 | id. | 52,13 |
| Hiver .... | id. | 26,0 | id. | 135,99 |
| Printemps. | id. | 30,5 | id. | 184,13 |
| Été...... | id. | 29,4 | id. | 225,06 |
| Automne.. | id. | 32,3 | id. | 281,57 |
| Année.... | Nombre moyen | 118,2 | Quantité moyenne d'eau | 826,75 |



Ce sont les mois d'août, septembre, octobre et novembre qui ont contribué à produire cette forte proportion d'eau dans l'année 1852 ; il est tombé dans ces quatre mois 684$^{mm}$,2, c'est-à-dire presque autant que pendant toute l'année 1851 ; le mois de juin a également dépassé la moyenne, mais tous les autres mois ont été beaucoup plus secs que de coutume, et en particulier les trois mois de février, de mars et d'avril présentent un total de pluie de 36$^{mm}$,9 seulement, c'est-à-dire moins que le mois de février seul produit ordinairement.

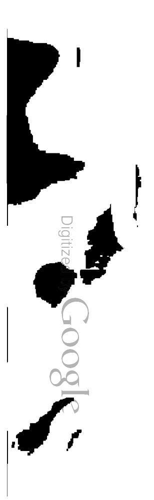
Il n'y a pas d'élément météorologique plus variable d'une année à l'autre que le nombre de jours de pluie et la quantité d'eau tombée, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant, dans lequel j'ai réuni les extrêmes depuis 27 ans.

(*Notes du tableau ci-contre.*)

[1] Le 20 mai 1827, il est tombé sur la ville et sur ses environs une trombe d'eau qui a produit à elle seule 162$^{mm}$,4; dans le mois de mai 1843, il est tombé 166$^{mm}$,2 ; c'est le chiffre le plus élevé après celui de 1827.

[2] Dans la nuit du 20 au 21 décembre, il est tombé à Genève une trombe de neige mêlée d'eau ; après avoir fondu la neige, il est resté 176$^{mm}$,5 pour la quantité d'eau tombée ce jour-là ; le chiffre le plus élevé pour le mois de décembre, après celui-là, est 121$^{mm}$,2 pour le mois de décembre 1845.

| | NOMBRE DE JOURS DE PLUIE. | | QUANTITÉ D'EAU TOMBÉE. | |
|---|---|---|---|---|
| | Maximum. | Minimum. | Maximum. | Minimum. |
| | | | mm | mm |
| Janvier... | 20 en 1834 | 2 en 1826 | 93,2 en 1834 | 4,9 en 1830 |
| Février... | 15 en 1841 | 2 en 1842 | 87,8 en 1841 | 7,4 en 1842 |
| Mars..... | 17 en 1848 | 1 en 1840 | 105,3 en 1827 | 0,7 en 1840 |
| Avril .... | 19 en 1829 | 3 en 1852 | 152,7 en 1848 | 9,6 en 1852 |
| Mai...... | 20 en 1843 | 2 en 1833 | [1] 247,9 en 1827 | 7,1 en 1833 |
| Juin ..... | 17 en 1852 | 2 en 1828 et 1837 | 159,6 en 1848 | 2,7 en 1837 |
| Juillet.... | 19 en 1851 | 2 en 1832 | 173,1 en 1828 | 5,0 en 1832 |
| Août..... | 20 en 1852 | 5 en 1833 et 1842 | 214,3 en 1852 | 23,7 en 1833 |
| Septembre. | 21 en 1829 | 3 en 1834 | 241,0 en 1840 | 10,4 en 1843 |
| Octobre .. | 18 en 1841 | 4 en 1830 | 221,2 en 1841 | 15,3 en 1830 |
| Novembre. | 19 en 1840 | 5 en 1847 | 175,0 en 1840 | 16,3 en 1847 |
| Décembre. | 22 en 1833 | 1 en 1843 et 1851 | [2] 253,1 en 1841 | 3,0 en 1843 |
| Hiver.... | 46 de 1833—34 | 19 de 1829—30 | 291,4 de 1841—42 | 64,5 de 1829—30 |
| Printemps. | 42 en 1846 | 17 en 1834 | 371,5 en 1827 | 74,3 en 1852 |
| Été...... | 45 en 1852 | 20 en 1826 et 1835 | 373,0 en 1852 | 112,4 en 1826 |
| Automne.. | 50 en 1840 | 19 en 1832 | 550,0 en 1840 | 120,8 en 1832 |
| Année.... | 140 en 1841 et 1845 | 89 en 1832 | 1257,7 en 1841 | 526,6 en 1832 |



On voit ainsi que le printemps de l'année 1852 a été le plus sec de toute la série des 27 années, la quantité de pluie n'est que les quatre dixièmes de celles qui tombe ordinairement, tandis que l'été a été au contraire le plus humide, et la quantité de pluie tombée en automne n'est surpassée que par celle qui est tombée dans l'automne de l'année 1840 ; elle est égale à 1,7 fois la moyenne.

Si l'on compare la distribution de la pluie suivant les saisons dans l'année 1852 avec la moyenne des 27 années, on trouve :

| | 1852 | Moyenne. |
|---|---|---|
| Hiver...... | 10,1 °/₀ | 16,5 °/₀ |
| Printemps... | 7,2 | 22,3 |
| Été........ | 36,2 | 27,2 |
| Automne.... | 46,5 | 34,0 |

Ces chiffres montrent évidemment, que c'est par une très-longue série d'années seulement que l'on peut établir, avec quelque approximation, la distribution moyenne de la pluie suivant les saisons et la quantité moyenne d'eau qui tombe dans une année. Cette condition est d'autant plus nécessaire, qu'il arrive fréquemment que, pendant plusieurs années consécutives, la même saison est exceptionnellement sèche ou exceptionnellement pluvieuse; ainsi il est tombé une quantité de pluie très-supérieure à la moyenne dans l'automne des années 1838, 1839, 1840, 1841 et 1842, tandis que dans les années 1847, 1848, 1850 et 1851, l'automne a été très-sec. La même circonstance se présente pour la quantité totale de pluie qui tombe dans l'année ; au lieu d'alterner d'année en année, on trouve une série d'années pluvieuses suivie d'une série d'années sèches ; c'est ce qui ressort du tableau suivant qui donne la quantité de pluie tombée d'année en année depuis 1826, et le nombre de jours de pluie :

| | mm | | |
|---|---|---|---|
| 1826 | 583,8 | jours | 93 |
| 1827 | 888,6 | » | 117 |
| 1828 | 717,3 | » | 97 |
| 1829 | 937,1 | » | 131 |
| 1830 | 873,9 | » | 120 |
| 1831 | 925,9 | » | 134 |
| 1832 | 525,6 | » | 89 |
| 1833 | 750,4 | » | 113 |
| 1834 | 618,6 | » | 96 |
| 1835 | 728,5 | » | 110 |
| 1836 | 687,3 | » | 119 |
| 1837 | 526,8 | » | 96 |
| 1838 | 899,9 | » | 115 |
| 1839 | 884,0 | » | 130 |
| 1840 | 969,0 | » | 123 |
| 1841 | 1257,7 | » | 140 |
| 1842 | 855,0 | » | 102 |
| 1843 | 948,4 | » | 115 |
| 1844 | 874,3 | » | 138 |
| 1845 | 905,5 | » | 140 |
| 1846 | 1013,1 | » | 128 |
| 1847 | 693,5 | » | 115 |
| 1848 | 850,2 | » | 125 |
| 1849 | 860,5 | » | 130 |
| 1850 | 737,7 | » | 119 |
| 1851 | 719,3 | » | 125 |
| 1852 | 1031,8 | » | 131 |

L'année 1826 est la dernière d'une période d'années sèches, qui se sont succédé depuis 1818; depuis cette époque, on a de :

| | | | | | mm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1827 à 1831 | une série d'années | pluvieuses; | moyenne | des 5 ans, pluie | 880,6 | j. de pluie | 120 |
| 1832 à 1837 | — | sèches; | — | des 6 ans, — | 639,5 | — | 104 |
| 1838 à 1846 | — | pluvieuses; | — | des 9 ans, — | 956,3 | — | 126 |
| 1847 à 1851 | — | sèches; | — | des 5 ans, — | 772,2 | — | 123 |

Pendant la période des 9 ans de 1838 à 1846, il est tombé en moyenne une fois et demie autant d'eau, par an, que pendant la période des six années précédentes; le nombre des jours de pluie varie dans une proportion beaucoup moins forte.

Le St-Bernard présente des résultats très-différents de Genève, car, quoique le nombre des jours de pluie ou de neige ait été très-considérable, l'année 1852 a été très-sèche dans cette station sous le rapport de la quantité

d'eau tombée; cette quantité a été très-inférieure à celle qui est tombée en 1851, en 1849 et en 1848, tandis que l'inverse a eu lieu à Genève. La pluie et la neige étaient donc très-fréquentes, quoique peu abondantes au St-Bernard, et probablement sur la chaîne des Alpes en général; dans le bassin, au contraire, les pluies étaient très-abondantes.

La hauteur de la neige tombée au St-Bernard dans l'année 1852, s'élève à 9$^{m}$,915 répartis comme suit :

| | mètre |
|---|---|
| en Janvier.... | 1,322 |
| Février.... | 1,514 |
| Mars ..... | 0,592 |
| Avril...... | 0,797 |
| Mai ...... | 0,500 |
| Juin...... | 0,665 |
| Juillet .... | 0,000 |
| Août...... | 0,210 |
| Septembre.. | 0,470 |
| Octobre ... | 1,485 |
| Novembre.. | 0,510 |
| Décembre.. | 1,850 |
| Année..... | 9,915 |

Il en était tombé 12$^{m}$,549 dans l'année 1851.

Il y a eu dans l'année 1852, 26 jours d'orage, où le tonnerre a été entendu à Genève, à savoir :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Janvier.. | 0 | Juillet .... | 7 |
| Février.. | 0 | Août...... | 7 |
| Mars.... | 0 | Septembre.. | 3 |
| Avril.... | 0 | Octobre ... | 0 |
| Mai..... | 4 | Novembre.. | 1 |
| Juin .... | 3 | Décembre.. | 1 |

Les détails relatifs à ces orages sont donnés dans les cahiers mensuels; le nombre des jours, où l'on a vu le soir des éclairs de chaleur, c'est-à-dire des éclairs par un temps clair et sans la présence de nuages orageux à l'horizon, s'élève à 16, savoir 1 dans le mois de mai,

2 en juin, 7 en juillet, 3 en août, 2 en septembre et 1 en octobre. Au St-Bernard, il n'y a eu qu'un jour du mois de mai où le tonnerre ait été entendu, 1 en juin, 4 en juillet et 3 en août ; total dans l'année, 9.

## ÉTAT DU CIEL.

D'après la notation adoptée pour désigner le degré de clarté du ciel, c'est-à-dire 0,0 pour un ciel parfaitement pur, 1,00 pour un ciel couvert, on trouve les résultats suivants pour l'année 1852; je rappelle également qu'on désigne par un jour clair, celui dont le degré moyen de clarté, d'après les neuf observations diurnes, est compris entre 0,0 et 0,25; jour nuageux, pour une fraction comprise entre 0,25 et 0,75, et jour couvert, pour une fraction comprise entre 0,75 et 1,00.

| | GENÈVE. | | | | SAINT-BERNARD. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | jours clairs. | jours nuag. | jours couv. | clarté moyenne. | jours clairs. | jours nuag. | jours couv. | clarté moyenne |
| Janvier | 6 | 7 | 18 | 0,71 | 8 | 13 | 10 | 0,51 |
| Février | 0 | 10 | 19 | 0,77 | 6 | 15 | 8 | 0,54 |
| Mars... | 17 | 9 | 5 | 0,34 | 16 | 9 | 6 | 0,32 |
| Avril... | 11 | 13 | 6 | 0,45 | 8 | 10 | 12 | 0,58 |
| Mai..... | 6 | 10 | 15 | 0,63 | 2 | 13 | 16 | 0,73 |
| Juin.... | 2 | 10 | 18 | 0,75 | 2 | 10 | 18 | 0,75 |
| Juillet . | 11 | 14 | 6 | 0,43 | 7 | 13 | 11 | 0,57 |
| Août... | 5 | 10 | 16 | 0,66 | 4 | 13 | 14 | 0,67 |
| Sept.... | 5 | 14 | 11 | 0,61 | 4 | 12 | 14 | 0,66 |
| Octobr. | 1 | 10 | 20 | 0,81 | 7 | 8 | 16 | 0,61 |
| Novem. | 1 | 7 | 22 | 0,81 | 6 | 10 | 14 | 0,63 |
| Décem . | 1 | 11 | 19 | 0,78 | 14 | 8 | 9 | 0,43 |
| Hiver.. | 7 | 28 | 56 | 0,75 | 28 | 36 | 27 | 0,49 |
| Print... | 34 | 32 | 26 | 0,47 | 26 | 32 | 34 | 0,54 |
| Eté..... | 18 | 34 | 40 | 0,61 | 13 | 36 | 43 | 0,66 |
| Autom. | 7 | 31 | 53 | 0,74 | 17 | 30 | 44 | 0,63 |
| Année.. | 66 | 125 | 175 | 0,64 | 84 | 134 | 148 | 0,58 |

Dans les deux stations le ciel a été un peu plus couvert que de coutume, la différence est assez notable surtout pour l'été et pour l'automne; le printemps, au

contraire, a été beaucoup plus clair qu'il ne l'est ordinairement.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de relever, en terminant, d'après les tableaux mensuels, le nombre de jours où, dans chaque mois, on a aperçu à Genève un halo autour du soleil ou de la lune, oue un couronne lunaire.

| | Halo solaire. | Halo lunaire. | Couronne lunaire. |
|---|---|---|---|
| Janvier . . . | 1 | 1 | 1 |
| Février . . . | 2 | 1 | 1 |
| Mars . . . . . | 1 | 0 | 0 |
| Avril . . . . . | 5 | 0 | 0 |
| Mai . . . . . . | 5 | 0 | 0 |
| Juin . . . . . . | 8 | 0 | 0 |
| Juillet . . . . | 1 | 0 | 1 |
| Août . . . . . | 2 | 0 | 0 |
| Septembre . . | 2 | 0 | 0 |
| Octobre . . . | 1 | 0 | 0 |
| Novembre . . | 1 | 1 | 0 |
| Décembre . . | 0 | 3 | 3 |
| Année . . . . | 29 | 6 | 6 |

Au St-Bernard, je ne trouve notés dans les cahiers mensuels que deux halos lunaires, l'un dans le mois de mai et l'autre dans le mois de décembre, et un halo solaire dans le mois de décembre également.

## ERRATA.

En calculant les chiffres des tableaux du résumé, j'ai trouvé les erreurs suivantes dans les tableaux mensuels des observations météorologiques de l'année 1852:

Janvier, St.-Bernard, à 10 h. du soir pour la moyenne du mois pour le baromètre, *lisez* 563,61 *au lieu de* 563,58.

Février, St.-Bernard, à 8 h. du soir pour la moyenne de la 1re décade pour le baromètre, *lisez* 562,82 *au lieu de* 562,72.

Id. Id. pour la moyenne du mois pour le baromètre, *lisez* 559,60 *au lieu de* 559,56.

Mars, Genève, à 2 h. du soir pour la moyenne du mois de la température, *lisez* +6,58 *au lieu de* +7,74.

Avril, St.-Bernard, à 4 h. du soir pour la moyenne du mois de la température, *lisez* —1,57 *au lieu de* —1,25.

Juillet, Genève, à 2 h. du soir pour la moyenne du mois de la température, *lisez* +23,14 *au lieu de* +22,82.

Id. St.-Bernard, à 4 h. du soir pour la moyenne du mois pour le baromètre, *lisez* 568,47 *au lieu de* 568,44.

Id. St.-Bernard, 2 h. du soir pour la moyenne du mois de la température, *lisez* +8,88 *au lieu de* +8,75.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

23. — DÉCOUVERTES DE PLANÈTES ET DE COMÈTES FAITES EN 1853; NOUVELLE CLASSIFICATION DES COMÈTES.

La première moitié de cette année est à peine écoulée, et déjà trois nouvelles planètes télescopiques et deux comètes y ont été signalées par les astronomes livrés à ce genre de recherches.

La première de ces planètes a été découverte à Naples dans la soirée du 5 avril, par M. le Prof. de Gasparis, dans la constellation du Lion. Elle paraît comme une étoile de 12ᵉ grandeur. M. le professeur Secchi, qui l'a observée à Rome depuis le 11 avril, lui trouve une lumière bleuâtre; il lui a donné le nom de *Thémis*. D'après les premiers éléments de l'orbite elliptique de cette petite planète calculés par MM. Fœrster et Krœger, astronomes à Bonn, son $^1/_2$ grand axe serait d'environ 3,6 celui de l'orbite terrestre étant pris pour unité ; l'excentricité serait d'environ le quart du $^1/_2$ grand axe, et l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique serait de 54′ de degré seulement.

La seconde planète a été découverte à l'observatoire de Marseille, par M. Chacornac, dans la nuit du 6 au 7 avril, par environ 14h. 56 m. d'ascension droite et 16° 39′ de déclinaison australe. Elle offre l'apparence d'une étoile de 9ᵉ grandeur, d'une teinte bleuâtre, et M. Valz a proposé de lui donner le nom de *Phocea*, qui rappelle celui des colons grecs fondateurs de Marseille. D'après les éléments de l'orbite de cette planète calculés par M. Valz, et communiqués à la séance de l'Académie des Sciences de Paris du 6 juin, son $^1/_2$ grand axe est de 2,376 ; l'excentricité de 0,2444 et l'inclinaison de 21° 24′.

La troisième planète a été trouvée le 5 mai, à l'observatoire de Bilk, près de Dusseldorf, par M. Luther, auquel on doit déjà la



découverte de Thétis, faite en 1852. Cette nouvelle planète paraît comme une étoile de 11e grandeur ; elle a reçu de M. de Humboldt le nom de *Proserpine*.

Ainsi deux de ces astéroïdes appartiennent sûrement, et le troisième très-probablement, au groupe nombreux de petites planètes dont les orbites sont situées entre celles de Mars et de Jupiter. On peut donc en compter actuellement 26, dont 7 ont été découvertes en Italie, 7 en Allemagne, 3 en France et 9 dans la Grande-Bretagne.

Quant aux deux nouvelles comètes, la première a été découverte à Rome, le 6 mars au soir, par M. le Prof. Secchi, dans la constellation du Lièvre. Elle lui a paru alors assez brillante, ayant une chevelure dont la partie la plus lumineuse avait de 3 à 4 minutes de degré de diamètre, avec un point lumineux presque central et quelques traces d'autres. Elle a été reconnue aussi le 8 mars à Moscou par M. Schweizer, ainsi qu'à Cambridge, aux Etats-Unis d'Amérique, par M. Tuttle, et le 10 à Leipsic par le Dr Hartwig. Cette comète avait un mouvement rapide en déclinaison, qui l'a amenée en moins de 15 jours de 16° de déclinaison australe dans l'hémisphère boréal, où on a pu l'observer pendant quelque temps encore, quoique sa lumière se soit alors graduellement affaiblie. M. Colla, qui a publié une notice sur cet astre, l'a suivi à Parme jusqu'au 9 avril.

Les éléments de l'orbite parabolique de cette comète ont été déjà calculés par divers astronomes. Son mouvement héliocentrique est rétrograde. Elle a passé à son périhélie le 24 février de cette année, à une époque où sa déclinaison australe était d'environ 57°, ce qui la rendait invisible en Europe. Comme elle devait être alors près de trois fois plus brillante qu'à l'époque de sa découverte à Rome, il est probable qu'elle était visible à l'œil nu et qu'elle aura été observée dans l'hémisphère austral. Sa distance périhélie est à peu près égale à la distance moyenne de la Terre au Soleil, l'inclinaison de son orbite est d'environ 20° $^1/_4$. Ses éléments ont assez de rapports avec ceux d'une comète observée en 1664, mais les circonstances physiques des deux apparitions présentent de grandes différences.

La seconde comète de cette année a été découverte à Moscou, dans la nuit du 4 au 5 avril, par M. le Dr Schweizer, quelques heures avant le lever du soleil, à environ 1° $^1/_2$ au sud de l'étoile ρ de l'Aigle. Elle paraissait alors comme une petite comète télescopique, ronde, sans queue, ayant un diamètre d'environ 3 minutes de degré, et dans laquelle on distinguait par moments un noyau lumineux. Le 16 avril, M. George Rumker, astronome à Hambourg, lui a déjà trouvé une petite queue. Le 19, selon M. Charles Bruhns, astronome à Berlin, elle paraissait très-brillante, malgré le clair de lune; son éclat était comparable à celui d'une étoile de 6e grandeur, et elle avait une queue de 1′ $^1/_2$ de longueur. M. Bruhns a calculé, d'après les observations de cette comète faites à Berlin du 16 au 19 avril, de premiers éléments de son orbite parabolique, insérés dans le n° 859 des *Astr. Nachrichten*. Il en résulte que son mouvement est rétrograde, que son passage au périhélie a eu lieu le 10 mai, à une distance du Soleil d'environ les $^9/_{10}$ de celle de la Terre, et que l'inclinaison du plan de son orbite est de près de 58 degrés.

Cette comète s'est trouvée le 28 avril très-voisine de la Terre, sa distance à notre globe n'étant alors que d'environ neuf centièmes de celle de la Terre au Soleil, ou d'un peu plus de 3 millions de lieues de 25 au degré. A cette époque elle passait de jour sur nos têtes, et M. Bruhns croit qu'il n'aurait peut-être pas été impossible de l'apercevoir avec de fortes lunettes. Plus tard on aura pu l'observer le soir; et comme sa déclinaison était devenue australe, elle aura pu être suivie sous les tropiques.

M. le Dr Lardner s'est occupé dernièrement de la classification des comètes et de la distribution de leurs orbites dans l'espace. Je donnerai ici un aperçu du résultat de ses recherches, d'après l'extrait qui en a été publié dans le n° d'avril 1853 des *Notices mensuelles* de la Société royale astronomique de Londres.

M. Lardner a pris pour base de son travail le catalogue d'orbites de comètes de M. Hind, qui comprend les éléments du mouvement de 207 de ces astres. Sur ce nombre d'orbites déjà calculées, 40 sont elliptiques, 7 hyperboliques et 160 paraboliques.

Parmi les orbites elliptiques, l'auteur distingue trois groupes. Le premier se compose de 13 comètes à courte période, dont l'aphélie est compris dans l'orbite de Saturne, et dont le périhélie se trouve situé entre les orbites de Mercure et de Mars, sauf dans le cas de la comète de Péters, où le périhélie est au delà de l'orbite de Mars [1]. Les orbites de ces comètes présentent plusieurs des traits caractéristiques de celles des planètes. Leurs mouvements héliocentriques ont tous lieu dans le sens direct, ou d'occident en orient ; les inclinaisons des plans de leurs orbites sur l'écliptique ne surpassent que dans un seul cas celles des orbites de planètes, et cette inclinaison exceptionnelle n'est guère plus grande que celle de l'orbite de Pallas. L'excentricité y dépasse notablement celle des orbites planétaires, mais elle est encore fort inférieure à celle des autres comètes.

Le second groupe de comètes à orbites elliptiques se compose de 6 de ces astres, dont les moyennes distances au Soleil sont presque égales à celle d'Uranus [2]. Cinq d'entre elles ont leur mouvement direct, et une seule, celle de Halley, l'a rétrograde. Du reste ces orbites sont fort excentriques et leurs inclinaisons dépassent celles des orbites planétaires.

Le troisième groupe comprend 21 comètes, dont les moyennes distances surpassent plus ou moins les limites extrêmes de notre système planétaire. Telle est, en particulier, celle qui a été découverte, en 1844, par M. Mauvais, pour laquelle M. le professeur

[1] Ces treize comètes portent le nom des astronomes suivants, qui s'en sont spécialement occupés : Encke, Biela ou Gambart, Faye, de Vico, Brorsen, d'Arrest, Clausen (1743), Burckhardt (1776), Lexell (1770), Blampain (1819), Pons (1819), Pigott (1783), Péters (1846). Celle de ce groupe dont la période est le plus courte, est la comète d'Encke, dont la révolution s'accomplit, comme on sait, en trois ans et un tiers. Celle à plus longue période est la comète de Péters, dont la révolution a une durée d'environ treize ans, un peu incertaine encore.

[2] Ce sont les comètes de Halley, de Pons (1812), d'Olbers (1815), de Vico (1846), de Brorsen (1847), et de Westphal (1852). La période de la première est, comme on sait, d'environ 76 ans, et celle de la dernière de 58 ans, d'après les calculs de M. Marth.



Plantamour a réussi à obtenir une orbite elliptique, qui satisfait très-exactement à l'ensemble des observations faites pendant huit mois, et qui correspond à une durée de révolution d'environ cent mille années. Sur ces 21 comètes, 11 ont leur mouvement dans le sens rétrograde et 10 l'ont dans le sens direct. Leurs orbites sont très-excentriques.

Parmi les 7 comètes dont l'orbite paraît être *hyperbolique*, 6 ont leur mouvement direct, mais on n'aperçoit pas d'autre caractère prédominant dans leurs orbites.

Quant aux 160 comètes à orbites sensiblement *paraboliques*, 70 ont leur mouvement direct, 86 l'ont rétrograde, et la direction du mouvement est incertaine pour 4.

On trouve donc, en considérant l'ensemble des orbites de comètes déjà connues, et en y joignant les deux de 1853 indiquées plus haut, 94 comètes où le mouvement est direct, et 101 où il est rétrograde.

Quant aux inclinaisons des plans des orbites de comètes relativement au plan de l'écliptique, M. Lardner trouve à ces orbites une tendance décidée vers une inclinaison de 45°.

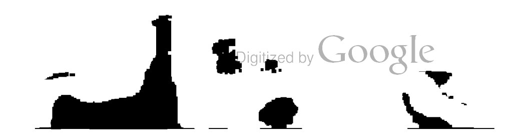
Les nœuds des orbites de comètes, ou les extrémités des lignes d'intersection de leurs plans avec celui de l'écliptique, lui paraissent se diriger de préférence dans le 3e et le 7e signes du zodiaque, et la ligne du périhélie dans les 3e, 4e et 10e signes. Enfin, il a constaté que le nombre des points de l'espace céleste par où passent les comètes à l'époque de leur périhélie, s'accroît dans une forte proportion à mesure qu'on se rapproche du soleil.

A. G.

---

## 24. — Sur les mesures récentes d'arcs du méridien, effectuées dans la partie nord-est de l'Europe.

M. Struve, directeur du grand observatoire central de Russie établi à Poulkowa, a publié à Pétersbourg en 1852, au nom de l'Académie impériale des sciences de cette ville, dans une brochure in-4° de 44 pages écrite en français, un exposé historique des tra-



vaux exécutés successivement, depuis 1816 jusqu'à la fin de 1851, pour la mesure de l'arc du méridien compris entre Fuglenæs (latitude 70° 40′) et Ismaïl (latitude 45° 20′). Cet exposé est suivi de deux rapports de M. G. Lindhagen, astronome de l'observatoire central, sur l'expédition de Finmark, faite en 1850 par ordre du gouvernement norwégien, et sur les opérations géodésiques en Laponie exécutées en 1851, sous les auspices de l'académie royale des sciences de Stockholm. L'analyse suivante de ces divers rapports est extraite du compte rendu qui en a paru dans le n° d'avril des *Monthly Notices*, cité plus haut à l'occasion du travail du docteur Lardner.

La mesure du grand arc de méridien russo-scandinave, qui comprend maintenant un développement de 25° 21′, n'a pas été entreprise uniquement pour l'avancement de la science ; mais, comme d'autres opérations de ce genre, elle s'est liée à des mesures trigonométriques, destinées à servir de base à la construction de cartes topographiques

En 1816, M. Struve et le général Tenner furent chargés, le premier de la triangulation de la Livonie, le second de celle de la Lithuanie ; et ils profitèrent de ces travaux pour mesurer un arc de méridien dans leurs provinces respectives.

M. Struve ayant complété, en 1819, ses opérations en Livonie, obtint de l'empereur de Russie, par l'intervention de l'université de Dorpat, l'autorisation de mesurer encore un arc de méridien de 3° 35′ passant tout près de l'observatoire de Dorpat, et compris entre l'île d'Hochland dans le golfe de Finlande, et la ville de Jacobstadt en Courlande. Cette opération fut terminée en 1827 [1]. Dans la même année, le général Tenner acheva la mesure d'un arc de 4° 32′ compris entre Bristen en Courlande et Belin dans la province de Grodno, en profitant des principaux de ses triangles situés sur le prolongement de l'observatoire de Wilna. Bristen, extrémité

[1] J'ai publié, dans les cahiers de janvier et février 1830 de la *Bibl. Univ.*, la traduction, accompagnée de quelques notes, d'un article assez développé de M. Struve sur ces premières mesures de degrés, inséré dans le n° 164 des *Astron. Nachrichten*.



nord de l'arc lithuanien, n'étant qu'à 4′ 47″ au sud de Jacobstadt, extrémité sud de l'arc de Livonie, MM. Struve et Tenner lièrent chacun, indépendamment l'un de l'autre, ces deux stations de 1827 à 1828. Leurs résultats, après avoir été soumis à l'examen de l'illustre Bessel, qui reconnut qu'ils présentaient un accord très-satisfaisant, furent publiés en 1832. A cette époque, l'arc russe, compris d'Hochland à Belin, avait déjà une amplitude de 8° 2′,5.

Mais dès 1830, M. Struve avait obtenu le prolongement de cet arc à travers la Finlande, jusqu'à Tornea, à l'extrémité sud de l'arc mesuré précédemment en Laponie. Cette entreprise difficile a été terminée en 1845, et M. Struve y a eu pour principal collaborateur M. Wolstett, directeur actuel de l'observatoire d'Helsingfors. Ce dernier a continué pendant dix ans, à travers de formidables obstacles, provenant des difficultés du terrain et de la sévérité du climat, toutes les observations astronomiques et les mesures d'angles terrestres concernant ces opérations, et il en est résulté un nouvel arc de 5° 26′.

Pendant l'exécution de cette mesure, le général Tenner, en poursuivant ses opérations trigonométriques, était arrivé au sud de la rivière Dniester, qui forme la frontière nord de la Bessarabie. Le gouvernement impérial s'est décidé alors à faire prolonger ces opérations jusqu'au Danube, à travers toute la Bessarabie. Ce projet a été exécuté en 1849, et l'arc russe a atteint ainsi une longueur de 20° 31′, entre Tornea et Ismaïl.

On sait qu'il existait encore quelque incertitude sur les résultats de l'arc mesuré en Laponie, en 1735, par les académiciens français, à partir de Tornea, et remesuré en 1803 par l'astronome suédois Svanberg. M. Struve a été chargé, en 1844, par l'Académie des sciences de Pétersbourg, de se rendre à Stockholm pour proposer au gouvernement suédois le prolongement de l'arc russe jusqu'à la Mer Glaciale. Cette mission a eu un succès complet. La mesure de la partie norwégienne de l'arc a été assignée à M. Hansteen de Christiania, et celle de la partie suédoise à M. Selander, directeur de l'observatoire de Stockholm.

L'exécution des opérations concernant l'arc norwégien est due à



M. Klouman, ainsi qu'à M. Lindhagen. Quant à la partie suédoise, M. Selander, avec le concours de divers aides, a, pendant six années consécutives, enduré les fatigues et les périls inséparables de mesures astronomiques et géodésiques, exécutées dans un pays presque désert situé entre 66° et 69° de latitude. Les opérations commencées en 1846, ont été terminées en 1851. L'arc suédois s'étend de Tornea à Atjick et son amplitude est de 3° 3′. L'arc norwégien a une étendue de 1° 46′ comprise entre Atjick et Fuglenæs. Les deux arcs scandinaves réunis ont ainsi une amplitude de 4° 49′, et leur jonction avec le grand arc russe devra fournir des données d'une haute importance, relativement à la détermination de l'ellipticité du sphéroïde terrestre. Ces résultats auront d'autant plus de poids, que la région sur laquelle s'étend l'arc russe ne présente, dans toute son étendue, aucune masse de montagnes qui puisse, par un effet d'attraction locale, produire une déviation sensible dans la direction de la pesanteur : ce qui fait disparaître une des causes principales d'incertitudes et d'anomalies existant encore dans les mesures de ce genre. Dans la partie sud de cet arc comprise entre le Dniester et la Dwina, la surface du terrain est si unie et si boisée, qu'il était souvent nécessaire d'avoir recours à des stations artificielles, afin d'obtenir une vue distincte de la contrée environnante.

L'étalon de mesures linéaires employé dans ces opérations avait été comparé en 1821, par M. Arago, avec la toise du Pérou. Il a été ensuite comparé, en 1847, avec un des étalons employé à la mesure d'un grand arc du méridien aux Indes orientales, terminée par le colonel Everest. Dans cette même année 1847, où l'arc russe avait déjà une amplitude de plus de 17°, M. Struve a annoncé à l'Académie des sciences de Pétersbourg, que cet arc paraissait indiquer un aplatissement du sphéroïde terrestre un peu plus grand que celui d'environ $^1/_{299}$ résultant des calculs de Bessel, calculs qui étaient fondés sur les précédentes mesures de degrés.

A. G.

## PHYSIQUE.

25. — Notice sur le mirage, par M. A. Bravais. (*Annuaire météorologique de France*, année 1852.)

On peut distinguer plusieurs espèces de mirage, c'est-à-dire de ces apparences dues à un état particulier des densités des couches atmosphériques. Le *mirage ordinaire* ou *mirage inférieur* est celui qui se présente le plus fréquemment. Il se montre tantôt sur la surface de l'eau, tantôt sur les plaines sèches et sablonneuses. A la surface de l'eau, il se produit principalement le matin et de préférence en été ou en automne; à cette époque, en effet, l'eau peut conserver pendant longtemps une température supérieure de plusieurs degrés à celle de l'air. Si l'on place alors l'œil à une petite hauteur au-dessus du niveau de l'eau, on voit une image renversée des objets qui surmontent la ligne d'horizon comme si un immense miroir horizontal s'étendait jusqu'au rivage. Cependant la comparaison n'est pas rigoureuse : la simple réflexion sur une surface plane comme celle de l'eau produit des images illimitées dans le bas, tandis que dans le mirage l'image renversée ne s'étend pas au-dessous de l'horizon sensible de la nappe d'eau; elle est comprise entre la ligne d'horizon et la ligne de séparation des images droites et renversées que nous appellerons *ligne de partage*. Il y a encore d'autres différences qui permettent de distinguer les deux phénomènes. Dans la réflexion, l'image inférieure tend à s'allonger dans le sens vertical par suite des petites rides de la surface; tandis que dans le mirage l'image est rétrécie dans le sens vertical; la réflexion ne se produit pas en général sur tout le contour de l'horizon comme cela a lieu pour le mirage, parce qu'il est rare que la surface de l'eau soit partout tranquille. Enfin la ligne de partage n'a pas non plus le même aspect dans les deux cas : s'il y a réflexion, cette ligne est en général nette et même un peu obscure; s'il y a mirage, elle est brillante et l'on ne voit que des images confuses des objets qui s'y trouvent situés. Lorsque le mirage se montre, la dépression de l'horizon apparent est toujours plus considérable qu'elle ne l'est dans l'état régulier des couches atmo-

sphériques. La ligne de partage n'a pas une hauteur constante quels que soient les objets auxquels elle se rapporte : elle est plus élevée pour les objets qui sont éloignés, et elle se déprime à mesure que l'on considère des objets plus rapprochés ; par conséquent plus les objets seront près de l'observateur, plus leur image renversée sera retrécie, et pour une distance suffisamment petite on finit par obtenir la disparition complète de l'image. A mesure que l'œil s'élève au-dessus du niveau de l'eau, le mirage devient de moins en moins sensible ; mais il est probable qu'il y a une hauteur pour laquelle la zone comprise entre la ligne de partage et l'horizon sensible, a une grandeur maximum. Il y aurait intérêt à prendre des mesures angulaires dans les différentes circonstances de ce phénomène, et à noter l'état météorologique qui l'accompagne, particulièrement la température de l'eau à sa surface et celle de l'air à différentes hauteurs. Quant au mirage d'un sol échauffé, on l'observe plus fréquemment en été et aux heures chaudes de la journée ; en général il est plus intense que celui qui se produit à la surface des eaux ; mais il est moins régulier parce que le sol n'est jamais parfaitement plane.

Il est évident que le mirage est dû à un état anormal des densités des couches atmosphériques les plus basses, et qu'il se produit lorsque les densités vont en croissant graduellement à partir de la surface du sol jusqu'à un certain maximum, passé lequel la densité commence à décroître. Et si l'on connaissait la loi de ces variations, on pourrait en déduire toutes les circonstances qui accompagnent le phénomène.

M. Bravais fait voir que l'on ne peut admettre une progression arithmétique croissante avec la hauteur ; en particulier, dans ce cas, le point de rencontre de la caustique (courbe enveloppe des trajectoires parties d'un même point et situées dans un même plan vertical) avec l'horizontale de l'œil serait vu au moyen de trajectoires plongeantes de 45° sous le plan de l'horizon.

On peut supposer, en second lieu, que ces densités varient suivant une progression exponentielle ; cette hypothèse s'accorde beaucoup mieux avec les observations, mais cependant elle donne des

images inférieures plus étendues dans le sens vertical que les images supérieures correspondantes; ainsi elle n'est pas non plus convenable pour expliquer le phénomène du mirage.

Il faut donc recourir à une autre loi. M. Bravais suppose que la fonction soit exprimée par

$$\delta = -\frac{1}{0{,}000589}\left(\frac{k}{z+h}\right)^{\frac{2}{\mu}}$$

$\delta$ exprime la densité; $z$ la hauteur de la couche; le nombre 0,000589 est le double de l'excès de l'indice de l'air sur l'unité; $k$ et $h$ sont des constantes qui doivent être calculées de manière à représenter aussi exactement que possible la marche croissante des densités avec la hauteur, suivant une loi rapide d'abord, très-lente ensuite. Cette fonction est évidemment appropriée à ce but. On laisse l'exposant $\frac{2}{\mu}$ indéterminé. Un terme constant et positif devrait entrer dans le second membre de l'équation, mais on peut le supprimer sans troubler l'expression analytique du phénomène, attendu que la formule fondamentale ne renferme pas $\delta$, mais seulement la différence $\delta - \delta_0$. Au moyen de cette hypothèse, on explique le mirage d'une manière satisfaisante; en faisant $\mu = 1$ les images renversées auraient la même dimension que les images supérieures; le nombre d'observations précises sur le mirage est encore trop restreint pour que l'on puisse déterminer la valeur la plus probable de $\mu$. On peut, dans les calculs, tenir compte de la courbure de la terre. Il faut reconnaître toutefois que cette théorie ne représente pas aussi exactement le mirage des objets très-éloignés que celui des objets rapprochés.

Une autre sorte de mirage, dont les effets sont moins frappants, se produit lorsque les densités vont en décroissant à partir du sol, suivant une progression plus rapide que celle qui se rencontre ordinairement. C'est *le mirage avec simple élévation des objets.* L'horizon apparent se trouve très-relevé, et des objets habituellement invisibles à cause de leur grand éloignement et de la courbure de la terre peuvent devenir visibles. La mer paraît alors comme une surface concave, qui s'élève en pente douce autour de l'obser-



vateur. En même temps les objets relevés de cette manière paraissent beaucoup moins éloignés. — M. Bravais trouve encore des formules du même genre pour exprimer la variation des densités, et elles s'accordent avec les observations du phénomène.

Une 3$^{me}$ espèce de mirage est le *mirage inverse et supérieur;* on peut distinguer trois cas divers : tantôt on aperçoit au-dessus de l'objet son image renversée et au-dessus de celle-ci une seconde image droite comme l'objet; tantôt dans ces deux images supérieures c'est l'image renversée qui existe seule, l'image droite ayant disparu; tantôt enfin il n'existe que l'image directe supérieure sans image renversée au-dessous. Wollaston a montré que l'on pouvait reproduire artificiellement un phénomène du même genre par le contact de deux liquides ayant entre eux une certaine affinité, par exemple au moyen de l'eau sucrée ou gommée et d'une couche d'eau pure que l'on fait arriver lentement par-dessus. Peu après le contact, il commence à s'établir une certaine loi des variations des densités qui peut donner naissance au phénomène des triples images. En admettant la formule

$$\delta = -\frac{1}{0,000589}\,\frac{Kz}{\sqrt{h^2+z^2}}$$

ou $z$ est l'ordonnée d'un point par rapport au plan horizontal de la couche dont la densité est supposée nulle (c'est-à-dire égale au terme constant que l'on néglige comme dans le cas du mirage ordinaire). M. Bravais reconnaît qu'il existe un espace tel que, de tous les points qui y sont situés, on peut mener trois trajectoires à l'œil. Pour deux d'entre elles, le point de contact avec la caustique se fera au delà de l'objet et l'image sera directe; pour la troisième, le point de contact se fera entre la caustique et l'objet, et l'image sera renversée. L'image renversée sera située entre les deux autres. C'est donc là le cas du mirage supérieur. — La disparition de l'image supérieure peut s'expliquer, car dans certains cas on reconnaît qu'elle doit être réduite à des dimensions tellement petites qu'on ne peut plus l'apercevoir.

On voit donc que cette espèce de mirage doit se produire lors-

qu'une couche d'air chaud vient se superposer plus ou moins brusquement à une couche d'air froid, et que le calme de l'atmosphère permet à ces deux nappes de subsister quelque temps dans cet état. Il a été observé en effet au-dessus de bancs de glace dans les régions polaires.

Le mirage peut aussi se produire entre deux couches d'air séparées par un plan vertical, c'est ce qui arrive notamment pour les grands murs exposés au soleil ; et ce *mirage latéral* ne diffère du mirage ordinaire que parce que les variations de densité ont lieu entre des couches verticales.

MM. Biot et Arago ont observé le *mirage multiple ;* il consiste en plusieurs images, toutes renversées, superposées dans la même verticale. Pour arriver à une explication précise de ce phénomène, il faudrait avoir recours à des combinaisons de densité évidemment trop hypothétiques.

Enfin il existe quelques cas rares où le mirage ordinaire s'est combiné avec le mirage par élévation. Busch en a vu un exemple dans la mer Baltique, et M. Bravais donne le récit détaillé d'une observation du même genre, jusque-là inédite, qu'il a faite à Kaafiord en Norwége.

En terminant, l'auteur adresse les recommandations suivantes aux observateurs : « 1° C'est près de l'horizon, surtout sur les nappes d'eau étendues, sur les plaines sablonneuses, les landes, les grandes routes courant horizontalement et en ligne droite sur une grande étendue, que l'on doit chercher à voir le phénomène du mirage. 2° Il y a presque toujours avantage à rapprocher son œil du sol, mais dans certains cas (mirage par élévation), il peut y avoir avantage à l'élever. 3° C'est à l'observation des lignes ou accidents obliques à l'horizon dans le paysage que l'on doit surtout s'attacher. 4° Il est très-utile d'être muni d'une longue vue ou, à son défaut, d'une lorgnette de spectacle grossissant au moins deux à trois fois, et certains détails qui échapperaient à l'œil nu pourront être facilement saisis par une lunette. 5° Il sera toujours d'un grand intérêt de mesurer comparativement la température de l'eau et du sol, et celle de l'air à différentes hauteurs 6° Enfin toutes








ces observations prendront une valeur bien autrement importante si l'on parvient à les accompagner de mesures angulaires prises par exemple avec un théodolite, et notamment de la mesure exacte de la dépression de l'horizon apparent, en ayant soin d'indiquer en même temps la hauteur de l'œil ou de la lunette au-dessus du sol, au moment où les mesures auront été prises. » L. S.

---

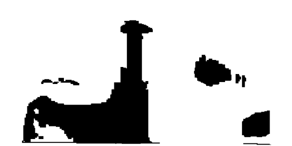
26. — Note sur une nouvelle construction de l'hygromètre condenseur dit de Regnault, par M. Drian, ingénieur civil des mines. (Lu à la Société d'agriculture, etc. de Lyon.)

La nécessité de posséder un appareil à la fois exact et facile à transporter, a déterminé M. Drian à modifier l'hygromètre de condensation proposé par M. Regnault. Cet instrument présente une incontestable supériorité, parce qu'il est beaucoup plus précis et qu'il est immédiatement comparable en quelque lieu qu'il soit construit ou employé. Tel qu'on le dispose à Paris, il consiste essentiellement en un pied en cuivre supportant deux tubes de verre; à l'extrémité inférieure de chacun d'eux se trouve fixé un dé en cuivre plaqué en argent. Un thermomètre est placé dans chacun. Pour faire l'observation, on remplit l'un des dés d'éther que l'on refroidit jusqu'à ce que la rosée se dépose sur la surface métallique, en le faisant traverser par un courant d'air; on lit alors la température à laquelle se fait ce dépôt. M. Drian trouve à cette construction les inconvénients suivants : « D'abord le tube de verre auquel est fixé le dé d'argent est trop fragile, et malgré tous les soins il se rompt souvent; l'emploi des deux dés juxtaposés rend l'ensemble volumineux et embarrassant. Le dé d'argent fixé trop légèrement sur le tube de verre souffre difficilement le polissage qui est de toute nécessité. Mais ce qui est le plus désagréable, c'est que l'instrument étant très-mince et léger, reste trop longtemps sous l'influence du froid produit par l'éther. L'observation devient donc fort longue, puisqu'il faut chaque fois attendre que le dépôt de rosée se soit évaporé pour prendre la moyenne entre les indications du thermomètre, au commencement de la précipitation de la rosée et après

son évaporation. » En outre le dépôt d'humidité est, à ce qu'il paraît, moins visible sur le cuivre plaqué que sur l'argent poli.

L'auteur, pour remédier à ces défectuosités, supprime entièrement l'un des dés et les tubes de verre. Une platine de cuivre de 15$^{mm}$ d'épaisseur supporte le dé d'argent qui s'y visse; elle est percée au-dessus du dé d'une ouverture circulaire fermée par un bouchon qui maintient le thermomètre de manière à ce que son réservoir plonge dans l'éther et que la tige sorte au dehors. La platine est percée de deux autres ouvertures, dont l'une est garnie d'un tube en cuivre qui plonge dans l'éther, et l'autre communique avec un aspirateur. L'appareil a ainsi une masse un peu considérable qui, ne se refroidissant pas en même temps que l'éther, le réchauffe assez rapidement pour abréger l'opération lorsqu'on arrête le courant d'air. L'aspirateur est un soufflet construit exactement comme celui d'un accordéon, on le fait jouer avec la main; il nous semble que cette disposition doit être très-commode; l'aspirateur est peu volumineux et n'exige pas l'emploi d'eau. Pour les observations sédentaires, cet appareil est fixé solidement sur un support; si on doit le porter en voyage on peut, au moyen d'une vrille, le fixer à un arbre, une canne ou tout autre objet en bois. Tout l'instrument, y compris son aspirateur, peut être renfermé dans une boîte ayant à peu près la dimension d'un volume in-8°.

M. Regnault a proposé, dans l'emploi de son hygromètre, d'observer les thermomètres et le moment de la précipitation de la vapeur sur le dé d'argent, au moyen d'une lunette placée à quelque distance, afin d'éviter l'influence que pourrait exercer la chaleur du corps et surtout l'humidité qui s'en dégage par la transpiration et la respiration. M. Drian paraît repousser cette précaution comme inutile. Nous comprenons avec lui que dans un voyage il puisse être impossible de le faire, et qu'il faille se borner à se mettre un mouchoir sur la bouche et à se placer de manière à ce que le vent emporte loin de l'hygromètre l'air qui s'est humecté au contact du corps. Mais il nous semble qu'il en est autrement pour des observations sédentaires, et toutes les fois que l'emploi d'une lunette est praticable. On obtient ainsi plus de précision et en même





temps l'opération est, à notre avis, plus commode : les thermomètres sont plus faciles à observer, on est moins sujet à des erreurs de parallaxe ou de lecture, et il n'est pas besoin de remuer l'appareil pour le disposer convenablement, suivant la direction du vent. On peut placer l'hygromètre au dehors et faire l'observation en restant dans une chambre où se trouverait aussi le soufflet aspirateur que l'on ferait communiquer avec le dé d'argent, au moyen d'un tube de caoutchouc ou de plomb.

Quelques détails fort utiles sur l'usage de l'hygromètre et quelques explications théoriques destinées plus particulièrement aux observateurs non physiciens, complètent cette notice, qui contribuera sans doute aux progrès de l'hygrométrie. L. S.

---

27. — DE QUELQUES EXPÉRIENCES NOUVELLES SUR LES VARIATIONS ÉLECTRIQUES QUE SUBISSENT LES CORPS LORSQU'ILS S'ÉLOIGNENT DU SOL OU D'AUTRES CORPS ET LORSQU'ILS S'EN RAPPROCHENT, par le Dr Alexandre PALAGI, de Bologne. (*Gazetta Medica Italiana*, tome III, sect. II.)

Ces expériences conduiraient à la découverte d'un nouveau procédé d'électrisation et d'une propriété générale des corps inconnue jusqu'ici. Ce serait que tous les corps à l'état naturel donnent des signes d'électricité vitrée aussitôt qu'ils s'éloignent du sol ou d'autres corps, et d'électricité résineuse quand ils s'en rapprochent.

Le Dr Palagi a répété d'abord les expériences de Peltier, mais il trouva nécessaire de les varier pour obtenir plus de précision. Il laissa l'électroscope fixe pendant qu'il élevait et abaissait, au moyen d'un mécanisme, une boule métallique isolée et mise en communication avec l'électroscope au moyen d'un long fil. Et pour reconnaître plus facilement la nature de l'électricité, il s'est servi de l'électromètre à piles sèches de Bohnenberger. En opérant ainsi, il vit que l'électroscope indiquait de l'électricité résineuse dès que le corps que l'on avait élevé commençait à redescendre, sans qu'il fût nécessaire qu'il dépassât le point de départ pour s'approcher davan-

tage de la terre. Ces expériences, variées de plusieurs manières, l'ont conduit à admettre que l'électricité qui se manifeste n'a pas de rapport direct avec l'électricité des couches atmosphériques, mais que c'est un effet naturel de l'éloignement ou du rapprochement des corps.

Voici quelles sont les propositions de M. Palagi et les expériences par lesquelles il les démontre.

**Première proposition fondamentale.**— *Un corps à l'état naturel donne des signes d'électricité vitrée lorsqu'il s'éloigne du sol en s'élevant, et des signes d'électricité résineuse lorsqu'il s'approche du sol en s'abaissant.*

1re *expérience.* On prend un long fil de cuivre recouvert de soie, on le met en communication par l'une de ses extrémités avec l'électroscope de Bohnenbeyer; on fixe l'autre au bout d'un bâton de cire d'Espagne pour l'isoler et, en la tenant au moyen de ce bâton, on l'élève ou l'abaisse autant que le permet la longueur du bras. L'électroscope indique de l'électricité positive pendant l'élévation, et de l'électricité résineuse pendant le mouvement contraire.

2me *expérience.* En élevant ou abaissant au moyen d'un appareil isolant convenable un corps d'une nature différente, un fruit par exemple, dans la substance duquel on fait pénétrer l'extrémité libre du fil conducteur en communication avec l'électroscope, on obtient des résultats analogues. Ces effets cessent lorsqu'on touche le corps avec la main. Cela conduit à cette première conséquence :

a) *Non-seulement les corps métalliques, mais encore des corps d'une nature quelconque, sont soumis à la loi énoncée ci-dessus.*

3me *expérience.* On reconnaît que ce n'est pas la contraction musculaire qui est la cause de ce développement d'électricité, car le phénomène a lieu également lorsqu'on produit les mouvements au moyen d'un cordon de soie et d'une poulie.

On peut encore noter que, dans cette expérience, l'intensité des phénomènes reste la même quand on opère les mouvements avec célérité, ou avec une grande lenteur afin d'éviter tout frottement sensible de la part de l'air.



M. Palagi arrive donc aux conséquences suivantes :

b) *Les phénomènes observés ne peuvent s'attribuer à une influence provenant de la présence d'électricité développée par la contraction des muscles de l'expérimentateur ;*

c) *Ils ne peuvent provenir du frottement entre l'air et le corps sur lequel on opère, puisque l'accroissement ou la diminution de ce frottement ne change pas l'intensité des phénomènes ;*

d) *Ils ne peuvent pas non plus être considérés comme un effet d'influence exercé par l'électricité variable des diverses couches atmosphériques, suivant qu'elles sont plus ou moins éloignées du sol puisque, à la même hauteur, on a des signes d'électricité opposés par la seule inversion du mouvement ;*

e) *La simple inversion du mouvement d'ascension en mouvement de descente est suffisante pour faire disparaître tout signe d'électricité vitrée, et pour faire apparaître l'électricité résineuse sans qu'il soit nécessaire que le corps soit redescendu au point de départ ;*

f) *L'intensité des phénomènes électriques n'a pas de rapport apparent avec la rapidité ou la lenteur du mouvement, mais semble proportionnée à l'espace parcouru.*

4me *expérience.* Lorsque l'expérimentateur monte sur un isoloir à pieds de verre et se met en communication avec l'électroscope par un fil conducteur sur l'extrémité duquel il pose le pied, on voit que :

g) *On obtient encore les mêmes phénomènes par l'élévation et l'abaissement d'un corps vivant ou d'un de ses membres.*

En effet, l'électroscope indique la présence d'électricité vitrée quand l'expérimentateur soulève un bras, et d'électricité résineuse pendant le mouvement contraire.

SECONDE PROPOSITION.— *Dans les mouvements horizontaux, les corps à l'état naturel donnent des signes d'électricité vitrée aussitôt qu'ils se meuvent vers un espace libre, et d'électricité résineuse lorsqu'ils s'approchent d'un espace occupé par d'autres corps.*

Les expériences suivantes en sont la preuve :

5me *expérience.* Comme dans l'expérience n° 1, on ajuste l'ex-

trémité du fil conducteur à un bâton de cire ; il se manifeste de l'électricité vitrée quand l'expérimentateur l'éloigne de son propre corps, et de l'électricité résineuse quand il s'en approche.

6$^{me}$ *expérience.* On obtient le même résultat lorsque l'opérateur s'isole et étend ou plie le bras horizontalement. La direction du mouvement relativement au méridien magnétique n'exerce pas d'influence. On peut donc dire que :

a) *Ces phénomènes ont constamment lieu dans toutes les orientations.*

TROISIÈME PROPOSITION. — En passant à l'étude des mouvements obliques, on démontre que :

a) *La cause des signes électriques observés n'est pas l'élévation ou l'abaissement des corps, mais bien l'éloignement ou le rapprochement du sol ou des autres corps.*

7$^{me}$ *expérience.* L'opérateur s'isole, et toutes les fois qu'il éloigne son bras de son corps, il se manifeste de l'électricité vitrée ; s'il le rapproche, il se manifeste de l'électricité résineuse ; c'est, par exemple, ceci qui a lieu lorsque, le bras se trouvant étendu, on le plie de manière à venir toucher le front avec la main.

b) *Le phénomène se vérifie également lorsqu'un corps se détache d'un autre, quelque minime que soit le corps ou la partie qui s'en détache.*

8$^{me}$ *expérience.* L'expérimentateur isolé se remplit la bouche d'eau, puis il la rejette par intervalles en la faisant jaillir entre ses lèvres ; chaque fois que l'eau sort, l'électroscope dénote la présence d'électricité vitrée.

9$^{me}$ *expérience.* On fait monter une personne sur l'isoloir ; l'expérimentateur se place à une petite distance sans être isolé ; s'il allonge le bras de manière à venir toucher la personne isolée ou seulement à l'approcher avec la main, il se manifeste de l'électricité résineuse ; s'il retire la main, c'est l'inverse qui a lieu. Ce résultat est encore plus évident lorsque l'opérateur, en marchant, s'approche ou s'éloigne de la personne isolée. En général les signes d'électricité résineuse paraissent plus légers que ceux d'électricité vitrée.







On peut en conclure que :

c) *Pour obtenir les effets électriques par le rapprochement ou l'éloignement des corps, il n'est pas nécessaire qu'il y ait contact.*

d) *Les signes d'électricité résineuse produits par le rapprochement sont en général moins intenses que ceux d'électricité vitrée excités par l'éloignement, bien que, dans les deux cas, les distances et les superficies soient égales.*

QUATRIÈME PROPOSITION. — *Les corps isolants à l'état naturel n'échappent pas à cette loi générale d'électrisation.*

10me *expérience.* On prend un fil conducteur entièrement recouvert de soie enduite de cire ; une extrémité est en communication avec l'électroscope et l'autre pénètre dans une masse de cire. On obtient encore les mêmes effets sans qu'il soit besoin d'isoler le corps. Donc :

a) *Les corps isolants par suite de leur mauvaise conductibilité n'ont pas besoin d'être isolés pour produire les effets ordinaires.*

11me *expérience.* Les phénomènes annoncés se manifestent encore quand, au lieu du fil de cuivre recouvert de cire, on emploie un cordon de soie fixé à un morceau de cire ou de verre. Il résulte de là que :

b) *Relativement à l'universalité de la loi indiquée, aucun corps ne se montre parfaitement isolant.*

12me *expérience.* On obtient des signes semblables en enlevant les fils de communication et en approchant de la boule de l'électroscope ou en en éloignant simplement un bâton de cire ou de verre. Donc :

c) *Les corps isolants non isolés manifestent les effets accoutumés sans l'intermédiaire d'un conducteur, lorsqu'on les approche ou les éloigne de l'électroscope.*

CINQUIÈME PROPOSITION. — *Si, au lieu d'expérimenter sur des corps à l'état naturel, on opère sur des corps déjà électrisés positivement, les phénomènes électroscopiques se renversent ; et si l'on opère sur des corps électrisés négativement, les phénomènes se manifestent avec une plus grande intensité.*

13me *expérience.* Une personne est isolée et mise en communi-

cation avec l'électroscope; en approchant vers elle un bâton de verre électrisé par frottement, on obtient des signes d'électricité vitrée, et en l'éloignant, les signes contraires.

14^me^ *expérience.* Avec un bâton de cire électrisé suivant qu'on l'approche ou l'éloigne, on a des signes négatifs ou contraires.

15^me^ *expérience.* Quand on prolonge l'expérience pendant un certain temps, les phénomènes s'affaiblissent à mesure que l'électricité accumulée sur le verre ou la cire se dissipe, et ils finissent par revenir à ce qu'ils étaient primitivement.

Nous ajouterons que, pour la bonne réussite de toutes ces expériences, il faut les faire en plein air et dans un espace bien ouvert.

---

## CHIMIE.

**28.—Sur les bases ammonico-palladiques, par M. H. Muller.** (*Journ. für prakt. Chemie,* tome LIX, p. 29.)

Le chlorure de palladium forme avec l'ammoniaque deux composés isomériques, dont l'un est rouge et l'autre jaune. Leurs propriétés et leur composition élémentaire ont été étudiées par divers chimistes, particulièrement MM. Vauquelin, Kane, Fehling, Fischer, Berzélius. Le composé rouge se forme directement en mêlant une dissolution de chlorure palladique avec un petit excès d'ammoniaque. C'est un précipité cristallin d'un rouge clair, à peu près insoluble dans l'eau froide et dans les acides étendus. Une chaleur de 200 degrés à sec, ou de 100 degrés en présence de la vapeur d'eau, le fait passer à la modification jaune, sans que son poids varie. L'ébullition prolongée avec de l'eau détermine aussi cette transformation, mais elle est accompagnée d'une décomposition partielle. Les acides concentrés le dissolvent avec une couleur brune; l'addition d'ammoniaque dans ces dissolutions reproduit le précipité rouge. L'ammoniaque en excès dissout à l'aide de la chaleur le précipité rouge, la dissolution est incolore et l'addition d'un acide en précipite le composé jaune. Celui-ci se présente sous l'aspect d'une poudre jaune, cristalline qui paraît, sous le microscope,

formée de petits cristaux octaédriques. Il est à peu près insoluble dans l'eau froide et dans les acides étendus. Il se dissout dans l'acide azotique avec une couleur brune, cette dissolution se comporte comme celle du composé rouge. Il se dissout facilement dans l'ammoniaque, et en est précipité par les acides.

D'après les analyses des divers chimistes qui ont étudié ces produits, ils ont la même composition, exprimée par la formule Pd Cl, Az $H^3$.

M. Muller, ayant repris l'étude de ces composés, a remarqué que la combinaison jaune se dissout facilement dans une dissolution de potasse caustique, sans perdre d'ammoniaque, même lorsqu'on chauffe la liqueur jusqu'à l'ébullition. Le composé rouge se comporte de la même manière, seulement on peut reconnaître qu'il ne se dissout qu'après s'être transformé dans la modification jaune. Cette propriété lui a fait supposer qu'il existait un rapport intime entre ce composé et les bases platiniques; et, en effet, sa formule, mise sous la forme :

$$Az\left\{\begin{matrix}Pd\\H^3\end{matrix}\right\}Cl$$

montre qu'on peut le considérer comme du sel ammoniac, dans lequel un équivalent d'hydrogène est remplacé par du palladium. En poursuivant cette analogie, l'auteur a découvert une série importante de composés dont ce sel est le point de départ. Il donne le nom de *palladamine* à l'alcali dont on peut considérer tous ces composés comme des combinaisons, et qui correspond à l'ammoniaque hydratée.

*Palladamine.* On obtient cette base en décomposant le chlorhydrate de palladamine (le composé jaune dont nous avons parlé ci dessus) par l'oxyde d'argent, ou le sulfate par la baryte. On obtient ainsi une dissolution jaunâtre, inodore, caustique, à réaction fortement alcaline. Par l'évaporation à l'abri du contact de l'air elle laisse une masse cristalline, qui se redissout facilement dans l'eau en ne laissant qu'un très-faible résidu dû à une absorption d'acide carbonique, et à une décomposition partielle. A l'état sec elle absorbe moins facilement l'acide carbonique, et peut se conserver sans

altération. Elle supporte, sans s'altérer, une température un peu supérieure à 100 degrés. Mais si on la chauffe plus fortement, elle entre en ignition et brûle assez vivement.

Bien que l'auteur n'ait pu l'obtenir dans un état de pureté suffisant pour l'analyse, il ne peut rester de doute sur sa composition qui serait exprimée par la formule

$$Az\left\{\begin{matrix}Pd\\ H^3\end{matrix}\right\}O$$

Elle se combine facilement avec tous les acides, et reproduit les sels de palladamine. Elle précipite de leurs sels les oxydes de cuivre et d'argent sans que ceux-ci se dissolvent dans un excès de cette base. Elle chasse l'ammoniaque de ses sels à l'aide de l'ébullition. Sa dissolution absorbe l'acide carbonique de l'air avec la plus grande rapidité. L'alcool n'altère pas cette dissolution à froid, mais à l'aide de l'ébullition il y a décomposition, et précipitation de palladium métallique. Une ébullition très-prolongée avec l'eau donne lieu à un faible dégagement d'ammoniaque, et à un précipité floconneux, brun. Peut-être cette décomposition, qui n'est que partielle, est-elle due à la présence de quelques matières organiques résultant des filtrations au travers du papier.

Le *carbonate de palladamine,* est soluble et cristallise en octaëdres qui paraissent réguliers, et d'une belle couleur jaune. Sa dissolution a une réaction alcaline prononcée, elle précipite les sels de chaux, de baryte, de mercure, d'argent, de cuivre et de fer.

Le *sulfite de palladamine* $Az\,(Pd\,H^3)\,O,SO^2$, se forme par l'action de l'acide sulfureux dissous dans l'eau sur le chlorure de palladamine. Il se produit en même temps un chlorure double ammonico-palladique. Ces deux sels se séparent facilement par cristallisation, surtout en ajoutant de l'alcool qui rend le sulfite beaucoup moins soluble.

Le *sulfate de palladamine* $Az\,(Pd\,H^3)\,O,SO^3$, s'obtient en neutralisant la base par l'acide sulfurique, ou en décomposant le chlorure par une dissolution de sulfate d'argent. Il est assez soluble dans l'eau, cristallise en petits octaëdres d'un jaune orangé. Les



chlorures produisent dans sa dissolution un précipité de chlorhydrate de palladamine.

L'azotate ne peut être préparé qu'en dissolution, il se décompose par la concentration.

L'iodhydrate et le bromhydrate de palladamine se forment exactement dans les mêmes circonstances que le chlorhydrate, en ajoutant de l'ammoniaque en excès à une dissolution d'iodure ou de bromure de palladium, de manière à redissoudre le précipité qui se forme au premier moment, et en précipitant ensuite ces dissolutions par les acides. Ces composés sont à peu près insolubles dans l'eau et présentent la plus grande ressemblance avec le chlohydrate.

Le chlorhydrate est fort peu soluble, l'eau n'en retenant que $^{1}/_{328}$ de son poids à 16 degrés. Une ébullition très-prolongée de ce sel avec l'eau donne lieu à un dégagement d'ammoniaque, à la précipitation d'une matière brune qui paraît renfermer de l'ammoniaque et du protoxyde de palladium, la dissolution devient brune et dépose par la concentration des cristaux de chlorure double ammonico-palladique. Les acides le décomposent en général comme l'acide sulfureux en produisant un sel de palladamine et un chlorure double ammonico-palladique ; mais tandis que l'acide sulfureux le dissout facilement et à froid, les autres acides n'agissent en général qu'à l'aide de la chaleur, ce qui donne lieu souvent à des réactions secondaires.

Le fluorhydrate de palladamine s'obtient aisément en dissolution au moyen du fluorure d'argent et du chlorhydrate de palladamine. Mais l'auteur n'a pu l'évaporer et l'amener à l'état solide sans qu'il se décomposât. Il se dégage de l'ammoniaque, il se forme un précipité brun, puis on obtient des cristaux incolores qui appartiennent à la base suivante, c'est le fluorhydrate de palladdiamine.

*Palladdiamine.* On sait par les recherches de Fischer et de Fehling que le chlorure de palladium ammoniacal (chlorhydrate de palladamine) absorbe abondamment le gaz ammoniac, et forme un nouveau composé soluble dans l'eau et cristallisable, dont la composition correspond à la formule $Pd\ Cl + 2\ Az\ H^3$.

M. Muller a pensé que ce nouveau produit devait être, comme le précédent, un composé chloré correspondant à une seconde base ammonico-palladique, analogue à la seconde des bases platiniques de Reiset, dont la formule devait être présentée sous cette forme :

$$Az\left\{\begin{matrix} Az H^4 \\ H^2 \\ Pd \end{matrix}\right\} Cl$$

Ses recherches ont confirmé cette supposition, et il a donné à la nouvelle base qui dérive de ce sel le nom de palladdiamine. Les sels de cette base prennent naissance toutes les fois que les sels de palladium ou ceux de palladamine sont traités par l'ammoniaque en excès ; il se forme une dissolution incolore qui donne par l'évaporation le sel correspondant de la nouvelle base.

On peut obtenir la palladdiamine en décomposant le chlorure par l'oxyde d'argent, mais elle retient alors de l'oxyde d'argent dont on ne peut la séparer. Il vaut mieux traiter le sulfate de palladium par l'ammoniaque en excès, puis enlever l'acide sulfurique par le baryte ; on obtient ainsi une dissolution fortement alcaline, même après que l'ammoniaque a été chassée par la chaleur, colorée en jaune pâle, qui laisse par l'évaporation une masse cristalline. Sa dissolution précipite les sels de cuivre, de fer, de cobalt, de nickel et d'alumine, mais non les sels d'argent. Une ébullition prolongée donne lieu à un dégagement d'ammoniaque ; la présence de matières organiques hâte beaucoup sa décomposition. Elle chasse l'ammoniaque de ses sels et attire l'acide carbonique de l'air, moins rapidement cependant qu'une dissolution de palladamine. On peut la neutraliser à froid par les acides et obtenir ainsi la série de ses sels, mais la présence d'un excès d'acide, et surtout d'hydracides, détermine rapidement sa transformation en ammoniaque et palladamine.

Le carbonate de palladdiamine se forme soit par l'exposition de la base au contact de l'air, soit par la décomposition du chlorure par le carbonate d'argent ou du sulfate par le carbonate de baryte. Il est soluble dans l'eau, cristallise en prismes incolores et brillants ; sa réaction est fortement alcaline, il précipite les sels de cuivre, d'argent, de baryte et de chaux.



Le sulfite est fort peu soluble dans l'eau; il se précipite au bout de peu de temps à l'état cristallin quand on mêle de l'acide sulfureux à une dissolution de palladdiamine, ou lorsqu'on traite par l'ammoniaque le sulfite de palladamine. Son analyse correspond bien à la formule :

$$\left.Az \left\{ \begin{matrix} Az \\ H^2 \\ Pd \end{matrix} \right.\right\} O, SO^2.$$

Le sulfate se prépare au moyen de l'ammoniaque en excès et du sulfate de palladium. Il se sépare par la concentration de la liqueur en cristaux prismatiques incolores, très-solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool.

Le chlorhydrate de palladdiamine, ou chlorure palladdiamique se prépare également en dissolvant le chlorure de palladium dans l'ammoniaque en excès et faisant cristalliser. Il se présente en gros cristaux prismatiques, rectangulaires, à base oblique. Cristallisé, il renferme un équivalent d'eau de cristallisation. A 120 degrés, il perd cette eau et un équivalent d'ammoniaque, et se change en chlorure palladamique.

Le bromure et l'iodure correspondants se forment avec la même facilité et ressemblent beaucoup au chlorure. Le fluorure prend naissance par l'évaporation d'une dissolution du sel correspondant de palladamine. Le fluosilicate se précipite en lamelles cristallines, peu solubles dans l'eau froide, lorsqu'on ajoute de l'acide fluosilicique à la dissolution d'un sel de palladdiamine.

Le chlorure palladamique et le cyanate d'argent, réagissent facilement l'un sur l'autre en présence de l'eau. Il se forme au premier moment une dissolution jaune qui doit contenir le cyanate de palladamine ; mais si l'on essaie de la concentrer, il se dégage beaucoup d'acide carbonique, et l'on obtient des cristaux incolores qui ne sont que du carbonate de palladdiamine.

L'analogie des bases décrites dans ce mémoire, avec l'ammoniaque, rendait tout à fait probable la possibilité de remplacer en partie l'hydrogène par les radicaux alcooliques, et d'obtenir ainsi de nombreuses séries de bases nouvelles. Quelques essais tentés

dans cette direction ont suffi pour montrer la réalité de cette supposition.

Ainsi le chlorure de palladium, soumis à l'action de l'éthylamine, donne naissance à un précipité d'un jaune rougeâtre, cristallin, qui se redissout dans un excès d'éthylamine. L'acide chlorhydrique produit dans cette dissolution un précipité jaune foncé, cristallin qui doit être le chlorure palladéthylamique :

$$Az \left\{ \begin{matrix} C^4 H^5 \\ H^2 \\ Pd \end{matrix} \right\} Cl$$

Ce chlorure se redissout dans un excès d'éthylamine et donne lieu, par l'évaporation à un nouveau sel cristallisé en prismes incolores, c'est le chlorure palladdiéthylamique :

$$Az \left\{ \begin{matrix} C^4 H^5 \\ C^4 H^7 Az \\ H \\ Pd \end{matrix} \right\} Cl$$

Le chlorure palladamique se dissout peu à peu dans une dissolution d'éthylamine à l'aide de la chaleur, et donne par évaporation des cristaux incolores de chlorure palladéthyldiamique :

$$Az \left\{ \begin{matrix} C^4 H^7 Az \\ H^2 \\ Pd \end{matrix} \right\} Cl.$$

L'aniline agitée avec une dissolution de chlorure de palladium y détermine un précipité cristallin, d'un jaune pâle, inaltérable à l'air, insoluble dans un excès d'aniline, qui doit être le chlorure palladanilamique :

$$Az \left\{ \begin{matrix} C^{12} H^7 \\ H^2 \\ Pd \end{matrix} \right\} Cl.$$

L'existence de ces composés chlorés rend indubitable l'existence des bases correspondantes et de toutes celles que l'on voudrait produire par des substitutions analogues.

---

29. — SUR LES MODIFICATIONS ISOMÉRIQUES DU SULFURE D'ANTIMOINE, par M. H. ROSE. (*Monatsbericht der K. P. Akad. der Wiss. zu Berlin*, April 1853.)

Fuchs a montré le premier que, lorsqu'on a fondu le sulfure d'antimoine noir cristallisé, il passe par un refroidissement subit à une modification amorphe dont la poussière est d'un rouge brun.

Le sulfure rouge a une densité moindre que le noir; il est plus dur, et raie même le calcaire; il isole complétement l'électricité tandis que le sulfure noir est conducteur. Il repasse à la modification noire à une température de 200 degrés, bien inférieure par conséquent à son point de fusion. Sa poussière devient noire, cristalline, conductrice de l'électricité, et augmente de densité. Le contact des acides, et particulièrement de l'acide chlorhydrique, détermine aussi cette transformation, lentement à froid, rapidement à l'aide de la chaleur. L'acide sulfurique concentré n'exerce pas cette action. Cependant l'acide sulfurique étendu parvient à l'effectuer à l'aide d'une ébullition prolongée. Les acides qui ne peuvent ni décomposer, ni dissoudre le sulfure d'antimoine, même à l'aide d'une ébullition prolongée, comme l'acide tartrique, ne produisent pas cette transformation.

Le sulfure d'antimoine d'un rouge orangé, que l'on obtient au moyen de l'acide sulfhydrique et des sels d'antimoine, retient, comme on le sait, un peu d'eau. Il ne la perd pas entièrement à une température de 190 degrés, à laquelle il conserve sa couleur. Mais à 200 degrés il perd cette eau, et devient noir, cristallin et conducteur, comme le sulfure noir naturel. Il éprouve aussi la même transformation sous l'influence des acides et surtout de l'acide chlorhydrique, mais un peu plus difficilement que le sulfure rouge obtenu par le refroidissement brusque du sulfure fondu. Il ne se modifie pas non plus au contact de l'acide tartrique même à la suite d'une ébullition prolongée.

Les composés de sulfure d'antimoine et d'oxyde, obtenus en fondant ensemble ces deux corps, et connus sous le nom de verres d'antimoine, donnent lieu à des observations analogues. Si l'on en

coule de grosses gouttes sur une plaque de porcelaine froide, on voit que la partie inférieure, dont le refroidissement a été rapide, est vitreuse, non conductrice de l'électricité, et donne une poussière rougeâtre, tandis que la partie centrale qui s'est refroidie lentement est cristalline, noirâtre, conductrice de l'électricité et donne une poussière noire.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

30. — (UEBER DIE ABSÆTZE). SUR LES DÉPÔTS FORMÉS PAR LE RHIN, par A. BISCHOFF. (*Neues Jahrbuch*, 1852, p. 385.)

Dans la grande crue du Rhin qui eut lieu en 1852, l'auteur recueillit, le 24 mars, une certaine quantité d'eau trouble qu'il plaça dans des vases. Elle ne fut complétement clarifiée que le 11 août. 100,000 parties d'eau ont dissipé un dépôt de 20,5 parties qui analysées, ont fourni les résultats suivants, calculés sur 100 parties : environ 57 de silice, 11 d'alumine, 14 d'oxyde de fer, 3 de chaux, un peu de magnésie, de potasse et de soude ; 9 de perte au feu et 3 de perte consistant surtout en matières organisées. Mais ce qui est remarquable, c'est que toute la silice ainsi que presque tout le dépôt a été dissous par l'acide chlorhydrique ; par conséquent ce dépôt doit être rangé parmi les dépôts réolitiques, ce qui a lieu d'étonner lorsqu'on réfléchit que les schistes argileux qui ne contiennent pas plus de 24 à 29 °/₀ d'éléments solubles, contribuent puissamment à la formation de ce dépôt. On expliquera ce fait par l'extrême trituration des particules qui flottent dans l'eau du Rhin, et par la nature de la décomposition chimique qu'elles subissent. La trituration, avons-nous dit, était telle qu'au bout de quatre mois, l'eau n'était pas clarifiée, et que les matières flottantes traversaient le papier à filtrer.

Quant à la décomposition chimique, on sait qu'elle a lieu d'une manière plus ou moins avancée avant que les eaux entraînent les roches. Il n'y a pas de doute que cette décomposition ne se poursuive dans l'eau sans l'action de l'acide carbonique, c'est ainsi que la silice passe à l'état soluble.



La composition que nous avons donnée rapproche ce dépôt du schiste argileux riche en silice. On comprend comment il peut former une roche solide dans la mer, surtout sous l'influence de certains ciments. L'oxyde de fer se transformera en fer oxydulé par les matières organiques qui sont abondantes dans l'eau du fleuve. La teinte verte du schiste argileux sera d'autant plus apparente que l'oxydule sera plus abondant. Ce dépôt, grâce à la ténuité des matières qui le constituent, s'étendra fort au loin dans la mer, et ne pourra se déposer complétement que là où les eaux seront tout à fait tranquilles.

Les carbonates dont on ne retrouve pas la trace dans l'analyse du dépôt sont à l'état de dissolution. Le carbonate de chaux apporté au Rhin par ses affluents est dissous ; c'est un phénomène curieux, mais d'une explication facile. En effet, les particules calcaires amenées par les affluents du Rhin sont d'autant plus facilement dissoutes que le Rhin lui-même n'est point saturé de carbonate de chaux. Les affluents pouvaient lui fournir huit fois plus d'éléments calcaires, qu'il les dissoudrait encore, et l'analyse des eaux de ce fleuve, faite à Bâle, par M. Paggenstecher, montre qu'elles contiennent quatre fois plus d'acide carbonique lorsqu'elles sont claires que dans les grandes crues.

Il en résulte que jamais le Rhin ne porte à la mer des parties calcaires en suspension, et il doit en être de même pour tous les fleuves, sauf pour ceux qui traversent des montagnes calcaires près de leur embouchure. Tous les dépôts calcaires de la mer, tels que les coquilles, les coraux, etc. doivent leur origine au carbonate de chaux dissous dans ces eaux.

Le fer est fourni aux eaux du Rhin dans les temps de crue par le ciment des roches rougeâtres telles que les grès bigarrés.

On se rappelle que M. Horner a déterminé en 1833 la quantité de matière contenue à Bonn dans le Rhin ; 100,000 parties d'eau formèrent un dépôt de 31,02 parties terreuses en poids ; ce qui coïncide assez bien avec le résultat obtenu par M. Bischoff. Dans le mois de novembre et après de grandes pluies, M. Horner fit une nouvelle expérience qui lui fournit 51,45 parties terreuses sur

100,000 parties d'eau : la matière du dépôt était différente. M. Horner a calculé d'après cela que le Rhin, en 24 heures, entraîne 145,981 pieds cubes (anglais) de matières solides, d'où il faut déduire les éléments dissous, ce qui laisse pour les éléments tenaces en suspension 94,332 pieds cubes formant dans l'année une couche de 5868 pieds de longueur et de largeur, et d'un pied d'épaisseur. Mais la proportion des matières terreuses varie, car M. Steifensand en déterminant leur poids en 1824, a trouvé 78 parties sur 100,000 d'eau, c'est-à-dire quatre fois autant que l'expérience de M. Bischoff.

Les fleuves emmènent donc à la mer une immense quantité de matières, et si on y ajoute toutes celles qui sont arrachées aux côtes par l'action des vagues, on ne sera pas surpris de la grandeur des dépôts qui peuvent se faire dans les mers pendant le cours d'une longue période géologique.

Toutes ces matières terreuses ne peuvent provenir que des parties des eaux du Rhin et de ses affluents qui sont placés au-dessous du lac de Constance et des autres lacs de la Suisse, car tous ces cours d'eau déposent dans ces grands bassins les matières qu'ils tiennent en suspension. M. Bischoff a recueilli des eaux du Rhin en dessus du lac de Constance, elles forment un dépôt gris sablonneux sans compacité, où l'on reconnaît à la lampe des grains de quartz, du mica et des grains noirs. Le dépôt est effervescent avec les acides, il contient de l'acide carbonique et de l'acide hydrosulfurique, les carbonates en constituent $^1/_3$. Il est donc bien différent du dépôt formé à Bonn. Dans le premier dépôt le calcaire a été amené ainsi que le fer à l'état de suspension. Le quartz et le mica qui s'y trouvent, et qui forment une partie importante des dépôts du lac de Constance, proviennent des roches cristallines et des nagelflues. Mais l'état du mica doit faire réfléchir; en effet, quoique le cours du Rhin au-dessus du lac soit peu considérable (environ 20 milles allemands), cette substance est tellement triturée que les plus grandes paillettes atteignent à peine un dixième de ligne. Il est évident que cette dimension doit se réduire encore jusqu'à la mer. Mais alors il semble que l'on devrait en conclure que les grandes






paillettes de mica que l'on trouve dans les schistes argileux et dans les grès bigarrés n'ont pas été déposées dans les mers anciennes.

La nature de l'analyse permet à M. Bischoff de reconnaître d'une manière générale les différentes substances qui concourent à former les dépôts dont il s'occupe, ces substances sont : l'angite, l'hornblende, le grenat, l'albite, le gypse puis le calcaire qui, dans certaines circonstances, peut faire un énorme dépôt.

Dans l'état actuel, le Rhin ne peut déposer du loess au-dessous du lac de Constance, parce que, dans cette partie de son cours, il ne contient pas de calcaire en suspension ; mais si jamais le lac est comblé, il le sera par un dépôt semblable au loess. L'on peut admettre que lorsque le Rhin déposait le loess, il traversait de nombreuses masses calcaires, que le calcaire y était tenu en suspension et non point en dissolution comme le montre les alternances d'argile et de calcaire, ainsi que la nature et la distribution du dépôt. On voit, en effet, que le loess est déposé dans les environs de Neuweide, dans le Siebengebirge, et dans les vallées latérales là où il pouvait y avoir des eaux stagnantes, laissant tomber les matières en suspension. Maintenant le loess s'élève à 300 pieds au-dessus du cours du fleuve, soit que l'on suppose que le Rhin ait creusé son lit, soit que l'on imagine un soulèvement pour rendre compte de cette élévation, on arrive toujours à conclure que la période pendant laquelle s'est effectué ce dépôt a été fort longue, et qu'il n'a pu être formé que par un cours d'eau régulier et non par des débâcles.

---

31. — ANALYSE DES DÉPÔTS SILICEUX DES SOURCES VOLCANIQUES CHAUDES DE TAUPO (NOUVELLE ZÉLANDE), par M. MALLET. (*Philosophical Magazine*, 1853, V, p. 285.)

Cette substance se trouve en concrétion poreuse, quoique assez compacte et tenace, elle est opaque, d'un blanc légèrement jaunâtre. Elle est intermédiaire pour la dureté entre le feldspath et le quartz. La pesanteur spécifique est 2,031. Son analyse a donné :



| | |
|---|---|
| Silice . . . . . . . | 94,20 |
| Alumine. . . . . . | 1,58 |
| Peroxyde . . . . | 0,17 |
| Chaux . . . . . . | trace |
| Chlorure de sodium. | 0,85 |
| Eau. . . . . . . . | 3,06 |
| | 99,86 |

Si l'on retranche 1,53 % de silice comme étant combinée avec l'alumine et l'oxyde de fer, la proportion relative de la silice et de l'eau sera :

| | | atomes |
|---|---|---|
| Silice | 92,67 | 1,993 |
| Eau | 3,6 | 0,340 |

Ces nombres sont très-voisins de ceux qui donnent la formule $6\,Si\,O^3$, HO. Elle diffère beaucoup de la composition des dépôts siliceux du Geysers d'Island, analysés par MM. Damun et Forchhammer. La proportion de l'eau étant à peu près la moitié de celle indiquée dans leur analyse. Cette analyse diffère aussi de celle donnée par M. Pattison d'une incrustation de source volcanique de la Nouvelle-Zélande, contenant 77,35 de silice, 9,70 d'alumine, 3,72 de peroxyde de fer, 1,74 de chaux, et 7,66 d'eau. Total 100,17.

La présence du chlore dans cette espèce de dépôt n'avait pas encore été indiquée, quoique la potasse et la soude y eussent été reconnues en petite quantité, et qu'elles s'y trouvent probablement en combinaison avec la silice. La présence du chlorure de sodium offre de l'intérêt, quoique l'étude chimico-géologique de ces sources ne soit pas encore suffisamment avancée.

---

32. — Soulèvements des Apennins, par M. Ponzi. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 17 janvier 1853.)

Les Apennins sont formés en grande partie par des couches de sélénites et de grès macignos à fucoïdes et par des calcaires nummulitiques, dont les couches inférieures sont intimement liées au ter-

rain crétacé. Cette formation, ainsi que les roches jurassiques et liasiques, ne se voit que dans quelques grandes failles et la discordance de stratification caractéristique du soulèvement de l'Apennin est placée entre les macignos miocènes et les marnes subapennines. D'après ces observations, le soulèvement de cette grande chaîne aurait eu lieu entre le dépôt du miocène et celui du pliocène, et nullement entre les époques secondaire et tertiaire comme l'avait établi M. Elie de Beaumont.

M. Rozet, qui a donné lecture de ce travail à l'Académie, ajoute que dans les hautes Alpes les roches qui constituent ces montagnes, depuis le lias jusqu'au terrain éocène, ne présentent aucune de ces grandes solutions de continuité sur lesquelles M. Elie de Beaumont a établi sa théorie des soulèvements. Parmi les nombreuses lignes de dislocation partielle il n'existe pas une seule dislocation constante, à laquelle on puisse rapporter toutes celles d'une même époque. Les lignes de dislocation sont si nombreuses et tellement inclinées les unes sur les autres, qu'il est toujours possible d'en grouper un certain nombre, dirigées à peu près dans le sens déterminé à l'avance; d'où il suit que le nombre des systèmes de soulèvement d'une contrée peut varier pour chaque observateur. Voilà précisément pourquoi le nombre des systèmes de montagnes de l'Europe que M. Elie de Beaumont avait d'abord fixé à quatre, puis à neuf, à douze, et à vingt et un, s'élève maintenant à près de cent. — Les chaînes de montagnes ne résultent pas de dislocations opérées suivant divers systèmes de lignes parallèles, mais bien de la réunion de grands massifs indépendants les uns des autres et disposés sans aucun ordre régulier.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE JUIN 1858.

Le 2, halo solaire, de 11 h. 30 m. à midi 10 m.

» 4, depuis 2 h. 5 m., tonnerres au Sud de l'observatoire.

» 6, éclairs dans la soirée jusqu'après 11 h., du côté du SO par un ciel serein.

» 11, faible halo solaire, de 2 h. 30 m. à 4 h.; depuis 4 ½ une succession d'orages avec des coups de tonnerre très-violents jusqu'au milieu de la nuit; le premier arrive du S au SSE, il éclate aux environs de la ville un peu après 6 h., la foudre est tombée à plusieurs reprises à une petite distance de la ville. Le second orage venant du SO éclate un peu avant 8 h.; un troisième, enfin, venant également du SO, éclate après 10 h.

» 19, à 7 h. 27 m., un fort coup de tonnerre; l'orage passe à l'E de l'observatoire du S au N; depuis 10 h. 30 m. éclairs continuels du côté du S; vers minuit quelques forts coups de tonnerre suivis d'une pluie très-abondante qui dure toute la nuit.

» 21, il a neigé sur les Voirons, sur le Môle et sur le Jura, mais la neige a disparu le lendemain.

» 22, halo solaire entre midi et 2 h.

» 25, faible halo solaire à plusieurs reprises entre 11 h. et 1 h.

» 29, éclairs de chaleur au NNO dans la soirée, par un ciel très-pur.

» 30, depuis 2 h. de l'après midi, on entend pendant 12 heures gronder le tonnerre presque sans interruption. Les orages se meuvent d'abord le long du Jura, du S au N, puis vers le soir ils se rapprochent graduellement de la ville. Depuis 8 h. du soir, on voit de tous les côtés de l'horizon des nuages orageux, desquels partent continuellement des éclairs d'un éclat extraordinaire.

Température du Rhône:

| | |
|---|---|
| 1re décade, | +13°,51 |
| 2me » | +13°,42 |
| 3me » | +11°,30 |
| Mois | +12°,71 |

Minimum le 23 + 7°,75. Maximum le 10 et le 11 + 16°,40.

L'abaissement de la température du lac du 21 au 23 juin est très-remarquable. Le 20 + 12°,40; le 21 + 10°,25; le 22 + 8°,75; le 23 + 7°,75; le 24 + 11°,15.

| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | FRACTION DE SATURATION. | | | | EAU dans les | VENT | Clarté moy. du | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s. | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim. | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | 24 h | dominant. | Ciel. | |
| | millim | millim | millim | millim | | | | | | | | | | | mm. | | | pouces. |
| 1 | 721,68 | 722,36 | 722,81 | 724,15 | + 9,2 | +13,1 | +12,0 | +10,4 | + 6,9 | +14,6 | 0,91 | 0,73 | 0,77 | 0,89 | 1,0 | N. 1 | 0,83 | 37,0 |
| 2 | 725,98 | 724,91 | 723,97 | 724,25 | +12,7 | +16,3 | +10,7 | +15,7 | + 5,2 | +17,8 | 0,83 | 0,61 | 0,63 | 0,57 | • | N. 1 | 0,63 | 37,5 |
| 3 | 723,48 | 723,05 | 722,88 | 722,62 | +10,8 | +13,5 | +13,6 | +13,2 | +10,6 | +14,5 | 1,00 | 0,83 | 0,89 | 0,92 | 0,7 | N. 1 | 0,90 | 37,0 |
| 4 | 720,82 | 720,04 | 719,07 | 720,65 | +14,1 | +16,2 | +14,3 | +13,4 | +10,6 | +18,2 | 0,89 | 0,82 | 0,78 | 0,92 | 3,1 | N. 1 | 0,91 | 38,0 |
| 5 | 721,24 | 721,12 | 720,93 | 721,84 | +14,4 | +17,6 | +17,9 | +13,0 | +11,6 | +19,9 | 0,87 | 0,72 | 0,62 | 0,82 | • | N. 1 | 0,88 | 38,0 |
| 6 | 721,83 | 721,99 | 721,28 | 722,59 | +16,1 | +21,3 | +20,6 | +15,5 | +12,7 | +22,9 | 0,78 | 0,62 | 0,44 | 0,70 | • | S. 1 | 0,48 | 38,5 |
| 7 | 723,18 | 723,22 | 723,64 | 724,56 | +16,6 | +16,0 | +15,6 | +13,0 | +11,1 | +18,5 | 0,76 | 0,77 | 0,93 | 0,98 | 4,4 | SO. 1 | 0,97 | 39,0 |
| 8 | 725,59 | 725,43 | 725,82 | 727,35 | +14,3 | +17,2 | +17,9 | +16,6 | +11,8 | +18,8 | 0,90 | 0,69 | 0,74 | 0,74 | 1,9 | N. 1 | 0,86 | 40,0 |
| 9 | 727,76 | 727,36 | 726,04 | 725,94 | +16,7 | +19,7 | +21,6 | +19,4 | +14,7 | +21,7 | 0,80 | 0,67 | 0,57 | 0,69 | • | N. 1 | 0,46 | 41,0 |
| 10 | 725,31 | 724,23 | 722,33 | 721,86 | +18,2 | +21,6 | +25,0 | +19,4 | +12,4 | +26,6 | 0,83 | 0,67 | 0,43 | 0,73 | • | N. 1 | 0,18 | 42,0 |
| 11 | 721,69 | 720,57 | 718,64 | 719,07 | +20,6 | +21,4 | +2[illegible],7 | +15,9 | +13,5 | +24,0 | 0,77 | 0,70 | 0,57 | 0,92 | 3,5 | variab. | 0,68 | 42,0 |
| 12 | 719,38 | 719,71 | 719,74 | 720,65 | +11,7 | +14,0 | +13,1 | +12,4 | +10,6 | +15,8 | 0,98 | 0,86 | 0,93 | 0,98 | 21,6 | variab. | 1,00 | 43,0 |
| 13 | 722,71 | 723,55 | 723,97 | 725,92 | +13,0 | +14,5 | +13,3 | +11,1 | +10,4 | +15,6 | 0,78 | 0,67 | 0,66 | 0,87 | 0,5 | SSO. 1 | 1,00 | 43,5 |
| 14 | 724,79 | 724,76 | 724,06 | 724,53 | +12,2 | +14,3 | +14,9 | +11,5 | + 9,9 | +16,0 | 0,77 | 0,68 | 0,61 | 0,77 | 0,2 | NNE. 2 | 0,87 | 44,0 |
| 15 | 726,05 | 726,96 | 727,69 | 728,97 | +13,0 | +15,8 | +16,3 | +14,7 | +11,0 | +16,4 | 0,76 | 0,59 | 0,60 | 0,77 | • | NNE. 2 | 0,91 | 44,5 |
| 16 | 729,10 | 728,26 | 727,34 | 727,40 | +15,2 | +17,0 | +18,1 | +15,4 | +12,0 | +18,6 | 0,75 | 0,57 | 0,51 | 0,67 | • | N. 1 | 0,63 | 45,0 |
| 17 | 728,31 | 728,33 | 727,89 | 728,37 | +15,8 | +19,2 | +19,2 | +17,5 | + 8,6 | +20,5 | 0,72 | 0,59 | 0,62 | 0,71 | • | N. 1 | 0,39 | 46,5 |
| 18 | 728,33 | 726,99 | 723,70 | 723,72 | +15,7 | +19,5 | +19,9 | +18,1 | +11,0 | +21,0 | 0,80 | 0,60 | 0,59 | 0,67 | • | N. 1 | 0,06 | 48,0 |
| 19 | 724,51 | 723,04 | 721,07 | 721,03 | +17,2 | +20,4 | +20,8 | +10,2 | +11,2 | +23,3 | 0,73 | 0,65 | 0,68 | 0,69 | • | N. 1 | 0,33 | 48,0 |
| 20 | 719,44 | 721,49 | 720,03 | 720,23 | +13,8 | +11,3 | +15,7 | + 9,5 | + 9,5 | +17,6 | 0,96 | 0,82 | 0,52 | 0,93 | 22,2 | SSO. 1 | 0,91 | 48,5 |
| 21 | 719,61 | 718,80 | 717,43 | 718,59 | +12,3 | +16,2 | +16,2 | +11,5 | + 9,0 | +18,7 | 0,58 | 0,41 | 0,45 | 0,66 | • | SSO. 1 | 0,67 | 49,0 |
| 22 | 718,93 | 718,01 | 717,04 | 717,82 | +11,3 | +14,7 | +16,8 | +12,8 | + 6,2 | +18,1 | 0,76 | 0,59 | 0,43 | 0,73 | 1,0 | variab. | 0,78 | 49,0 |
| 23 | 718,59 | 719,52 | 720,12 | 721,39 | +10,8 | +14,9 | +14,9 | +13,4 | +10,0 | +16,3 | 0,85 | 0,57 | 0,60 | 0,59 | 2,6 | S. 1 | 1,00 | 50,0 |
| 24 | 723,97 | 724,70 | 724,47 | 725,69 | +12,2 | +17,1 | +15,3 | +14,6 | +11,1 | +20,0 | 0,94 | 0,73 | 0,80 | 0,[illegible]8 | 1,0 | N. 1 | 0,73 | 51,0 |
| 25 | 727,63 | 726,95 | 726,10 | 726,70 | +17,4 | +21,7 | +20,3 | +15,7 | +10,8 | +23,5 | 0,80 | 0,31 | 0,56 | 0,79 | 3,4 | SSO. 1 | 0,83 | 52,0 |
| 26 | 726,46 | 726,14 | 726,82 | 727,25 | +15,7 | +18,6 | +19,3 | +17,4 | +12,8 | +20,5 | 0,93 | 0,68 | 0,69 | 0,88 | 4,3 | SSO. 2 | 1,00 | 53,0 |
| 27 | 728,42 | 728,02 | 727,02 | 726,07 | +20,3 | +24,8 | +26,7 | +22,4 | +13,9 | +26,7 | 0,34 | 0,52 | 0,39 | 0,76 | • | S. 1 | 0,18 | 54,0 |
| 28 | 728,30 | 727,57 | 726,50 | 726,20 | +18,1 | +21,4 | +25,2 | +24,4 | 13,9 | +27,3 | 0,81 | 0,70 | 0,65 | 0,64 | • | N. 1 | 0,00 | [illegible] |
| 29 | 727,54 | 726,82 | 725,98 | 725,64 | +24,7 | +30,0 | +30,2 | +25,4 | +18,0 | +31,4 | 0,53 | 0,38 | 0,43 | 0,67 | • | SSO. 1 | 0 | |
| 30 | 725,30 | 724,38 | 722,99 | 723,53 | +25,9 | +30,0 | +26,9 | +22,8 | +20,0 | +32,0 | 0,63 | 0,41 | 0,62 | 0,63 | • | variab | [illegible] | |

## Moyennes du mois de Juin 1858.

### Baromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 723,52 | 723,69 | 723,68 | 723,37 | 723,04 | 722,97 | 722,92 | 723,58 | 723,89 |
| 2e » | 724,37 | 724,43 | 724,47 | 724,37 | 723,96 | 723,62 | 723,64 | 724,19 | 724,49 |
| 3e » | 724,31 | 724,52 | 724,43 | 724,09 | 723,72 | 723,45 | 723,66 | 723,98 | 724,47 |
| Mois... | 724,07 | 724,21 | 724,19 | 723,94 | 723,57 | 723,35 | 723,41 | 723,92 | 724,28 |

### Température.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | +12°,31 | +14°,31 | +16°,01 | +17°,25 | +17°,60 | +17°,50 | +16°,77 | +14°,96 | +13°,71 |
| 2e » | +12,52 | +14,82 | +15,50 | +16,72 | +17,84 | +17,50 | +16,22 | +14,53 | +13,53 |
| 3e » | +14,00 | +16,47 | +18,91 | +20,94 | +21,37 | +21,00 | +19,53 | +18,04 | +16,64 |
| Mois... | +12,94 | +15,20 | +16,81 | +18,30 | +19,00 | +18,67 | +17,53 | +15,84 | +14,63 |

### Tension de la vapeur.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 10,11 | 10,41 | 10,28 | 10,47 | 10,17 | 9,84 | 10,00 | 10,17 | 10,39 |
| 2e » | 9,89 | 10,12 | 10,11 | 9,56 | 9,08 | 9,41 | 9,92 | 9,83 | 9,89 |
| 3e » | 10,35 | 10,33 | 11,12 | 10,25 | 10,77 | 10,96 | 11,18 | 11,53 | 11,33 |
| Mois.... | 10,12 | 10,29 | 10,30 | 10,09 | 10,00 | 10,07 | 10,37 | 10,51 | 10,54 |

### Fraction de saturation.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 0,94 | 0,86 | 0,75 | 0,71 | 0,69 | 0,68 | 0,71 | 0,80 | 0,89 |
| 2e » | 0,91 | 0,80 | 0,77 | 0,67 | 0,59 | 0,63 | 0,73 | 0,80 | 0,82 |
| 3e » | 0,85 | 0,74 | 0,66 | 0,55 | 0,56 | 0,58 | 0,65 | 0,71 | 0,78 |
| Mois . . | 0,90 | 0,80 | 0,73 | 0,65 | 0,61 | 0,63 | 0,69 | 0,77 | 0,83 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | p |
| 1re décade, | +10,76 | +19,35 | 0,71 | 11,1 | 38,8 |
| 2e » | +10,75 | +18,88 | 0,68 | 48,0 | 45,3 |
| 3e » | +12,67 | +23,45 | 0,60 | 12,3 | 52,6 |
| Mois.... | +11,39 | +20,56 | 0,66 | 71,4 | 45,6 |

Dans ce mois, l'air a été calme 6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,27 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 31°,1 O. et son intensité est égale à 22 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

## PENDANT LE MOIS DE JUIN 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Juin : 688mm, répartie comme suit:

| | | mm |
|---|---|---|
| le | 1er | 180 |
| le | 3 | 12 |
| le | 4 | 45 |
| le | 7 | 30 |
| le | 12 | 15 |
| le | 13 | 68 |
| le | 14 | 76 |
| le | 15 | 100 |
| le | 20 | 24 |
| le | 21 | 30 |
| le | 23 | 65 |
| le | 24 | 43 |

Le 30 à 3 h. $^1/_2$ du soir on a entendu quelques coups de tonnerre à l'Ouest, et dans la soirée du même jour, de 9 h. à 10 h., on a vu de fréquents éclairs dans la même direction.

A la fin de Juin, la neige couvre encore les $^7/_{10}$ de la surface du sol des environs de l'hospice.



## SAINT-BERNARD. — Juin 1858.

| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. | | | | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. | | | | | | HYGROMÈTRE. | | | | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | 8h.m. | Midi. | 4h.s. | 8h.s. | | | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 560,07 | 561,09 | 561,74 | 563,47 | − 2,0 | + 3,5 | + 3,2 | − 2,2 | − 5,3 | + 6,9 | 86 | 72 | 75 | 74 | 21,1 | SO. 1 | 0,86 |
| 2 | 564,00 | 563,05 | 563,00 | 564,00 | − 1,0 | + 4,8 | + 5,1 | + 0,6 | − 5,5 | + 5,9 | 81 | 65 | 66 | 73 | » | NE. 1 | 0,33 |
| 3 | 562,60 | 562,60 | 562,60 | 562,93 | + 0,6 | + 5,4 | + 2,5 | + 1,1 | − 0,7 | + 7,9 | 82 | 75 | 74 | 72 | 1,7 | NE. 1 | 0,96 |
| 4 | 561,48 | 561,49 | 560,81 | 561,42 | + 3,8 | + 3,7 | + 6,3 | + 0,9 | − 2,8 | + 6,8 | 82 | 68 | 70 | 70 | 3,9 | variab. | 0,99 |
| 5 | 561,40 | 561,83 | 562,00 | 562,62 | + 3,0 | + 5,5 | + 4,9 | + 1,3 | − 0,7 | + 6,2 | 79 | 73 | 65 | 71 | » | NE. 1 | 0,83 |
| 6 | 562,63 | 563,27 | 563,39 | 563,53 | + 2,0 | + 8,2 | + 8,0 | + 3,4 | − 1,5 | + 9,2 | 83 | 74 | 69 | 73 | » | NE. 1 | 0,51 |
| 7 | 563,19 | 563,26 | 563,23 | 563,79 | − 0,5 | + 3,2 | + 1,7 | + 0,3 | − 1,7 | + 5,0 | 78 | 71 | 69 | 80 | 2,9 | NE. 1 | 1,00 |
| 8 | 565,04 | 566,19 | 566,48 | 567,41 | + 6,3 | + 6,7 | + 7,6 | + 3,7 | − 0,7 | + 7,9 | 85 | 77 | 74 | 80 | » | variab | 0,72 |
| 9 | 568,32 | 568,09 | 568,02 | 568,25 | + 6,0 | + 8,7 | + 8,3 | + 4,6 | + 2,0 | +14,2 | 75 | 76 | 76 | 72 | » | variab. | 0,14 |
| 10 | 567,37 | 567,25 | 566,70 | 566,27 | + 7,0 | +10,2 | +10,0 | + 5,4 | + 2,7 | +14,0 | 77 | 65 | 65 | 69 | » | SO. 1 | 0,19 |
| 11 | 564,97 | 564,57 | 564,02 | 564,10 | + 9,1 | + 8,8 | + 8,7 | + 2,9 | + 1,6 | +12,4 | 75 | 73 | 75 | 82 | 0,6 | SO. 1 | 0,62 |
| 12 | 560,17 | 560,21 | 559,72 | 560,22 | + 1,9 | + 2,5 | + 2,3 | − 0,3 | − 1,0 | + 4,8 | 87 | 85 | 88 | 85 | 5,9 | SO. 1 | 1,00 |
| 13 | 561,83 | 562,20 | 562,54 | 562,80 | + 2,5 | + 3,5 | + 1,8 | 0,0 | − 2,7 | + 6,0 | 85 | 76 | 74 | 80 | 8,0 | NE. 1 | 0,93 |
| 14 | 562,68 | 563,01 | 563,08 | 563,26 | 0,0 | + 0,3 | − 0,4 | − 1,1 | − 2,8 | + 3,0 | 85 | 78 | 74 | 77 | 8,8 | NE. 2 | 0,96 |
| 15 | 564,69 | 565,38 | 565,98 | 566,69 | + 2,0 | + 1,9 | + 2,0 | − 0,2 | − 3,0 | + 4,8 | 83 | 74 | 75 | 80 | 11,0 | NE. 2 | 0,94 |
| 16 | 566,80 | 566,97 | 566,92 | 566,96 | − 0,5 | + 2,4 | + 3,5 | + 0,6 | − 1,7 | + 4,0 | 85 | 76 | 74 | 80 | » | NE. 2 | 0,96 |
| 17 | 567,11 | 567,81 | 568,15 | 568,46 | + 1,3 | + 4,0 | + 4,5 | + 2,4 | − 2,0 | + 5,3 | 85 | 72 | 75 | 87 | » | NE. 2 | 0,80 |
| 18 | 568,14 | 568,17 | 568,07 | 568,18 | + 1,5 | + 6,4 | + 6,7 | + 4,2 | − 0,2 | + 8,2 | 78 | 75 | 74 | 83 | » | NE. 2 | 0,36 |
| 19 | 566,16 | 565,60 | 564,70 | 565,59 | + 8,0 | + 9,2 | + 6,1 | + 4,4 | + 1,6 | +11,0 | 76 | 73 | 70 | 78 | » | NE. 1 | 0,43 |
| 20 | 561,17 | 560,15 | 559,83 | 560,10 | + 3,2 | + 5,2 | + 5,2 | + 0,5 | + 0,2 | + 6,0 | 87 | 85 | 82 | 84 | 3,5 | SO. 2 | 0,64 |
| 21 | 557,97 | 557,94 | 557,39 | 557,71 | − 0,8 | + 2,2 | − 0,8 | − 3,9 | − 4,8 | + 4,7 | 77 | 64 | 65 | 76 | 4,0 | NE. 2 | 0,81 |
| 22 | 557,36 | 557,91 | 558,20 | 558,54 | − 0,1 | + 3,0 | + 3,5 | + 0,8 | − 6,5 | + 7,9 | 75 | 76 | 74 | 77 | » | NE. 1 | 0,62 |
| 23 | 557,40 | 558,53 | 560,03 | 560,97 | − 0,9 | + 0,8 | + 0,4 | − 1,0 | − 3,1 | + 4,5 | 83 | 75 | 70 | 74 | 5,8 | NE. 2 | 1,00 |
| 24 | 562,49 | 563,86 | 564,75 | 565,67 | + 0,1 | + 3,2 | + 3,2 | + 1,0 | − 3,5 | + 4,7 | 84 | 72 | 72 | 80 | 4,2 | NE. 2 | 0,90 |
| 25 | 567,04 | 567,26 | 566,96 | 566,58 | + 0,9 | + 5,5 | + 6,0 | + 2,3 | − 1,4 | + 8,5 | 85 | 75 | 72 | 78 | 0,4 | NE. 2 | 0,76 |
| 26 | 566,26 | 567,24 | 567,48 | 567,69 | + 4,5 | + 5,5 | + 5,7 | + 3,9 | + 1,2 | + 7,4 | 86 | 79 | 80 | 86 | 1,2 | NE. 2 | 0,89 |
| 27 | 569,67 | 570,90 | 571,54 | 572,15 | + 6,2 | +11,5 | +12,8 | + 9,6 | + 3,0 | +13,0 | 84 | 76 | 76 | 74 | » | NE. 1 | 0,20 |
| 28 | 572,55 | 572,39 | 572,47 | 572,51 | + 7,6 | +13,9 | +14,8 | +10,9 | + 5,2 | +15,1 | 72 | 74 | 70 | 76 | » | SO. 1 | 0,00 |
| 29 | 572,19 | 572,43 | 572,43 | 572,47 | +10,2 | +13,5 | +15,0 | +10,2 | + 8,0 | +15,2 | 72 | 72 | 70 | 71 | » | SO. 1 | 0,07 |
| 30 | 571,29 | 570,82 | 569,50 | 569,07 | +12,3 | +13,0 | +13,1 | +10,3 | + 8,3 | +14,6 | 74 | 76 | 76 | 77 | » | SO. 1 | 0,76 |

## Moyennes du mois de Juin 1858.

### Baromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 563,34 | 563,61 | 563,79 | 563,81 | 563,78 | 563,80 | 564,09 | 564,37 | 564,47 |
| 2e » | 564,28 | 564,37 | 564,38 | 564,41 | 564,38 | 564,30 | 564,38 | 564,54 | 564,59 |
| 3e » | 565,16 | 565,42 | 565,72 | 565,93 | 566,05 | 566,07 | 566,12 | 566,34 | 566,50 |
| Mois... | 564,19 | 564,47 | 564,63 | 564,72 | 564,74 | 564,72 | 564,86 | 565,08 | 565,19 |

### Température.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | + 0,28 | + 2,52 | + 4,44 | + 5,99 | + 7,00 | + 5,75 | + 3,46 | + 1,91 | + 1,55 |
| 2e » | + 1,24 | + 2,90 | + 3,77 | + 4,42 | + 4,85 | + 4,04 | + 2,37 | + 1,34 | + 1,06 |
| 3e » | + 2,00 | + 4,00 | + 6,09 | + 7,21 | + 7,85 | + 7,37 | + 5,92 | + 4,41 | + 3,80 |
| Mois... | + 1,17 | + 3,14 | + 4,77 | + 5,87 | + 6,57 | + 5,72 | + 3,92 | + 2,55 | + 2,14 |

### Hygromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 80,8 | 80,8 | 76,0 | 71,6 | 69,6 | 70,3 | 70,5 | 73,4 | 74,9 |
| 2e » | 83,0 | 82,6 | 80,0 | 76,7 | 75,0 | 76,1 | 78,2 | 81,6 | 82,0 |
| 3e » | 79,6 | 79,0 | 76,2 | 73,9 | 71,5 | 72,5 | 74,8 | 76,9 | 78,4 |
| Mois... | 81,1 | 80,8 | 77,4 | 74,1 | 72,0 | 73,0 | 74,5 | 77,3 | 78,4 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm |
| 1re décade, | − 1,42 | + 8,40 | 0,65 | 29,6 |
| 2e » | − 1,01 | + 6,55 | 0,76 | 37,8 |
| 3e » | + 0,64 | + 9,56 | 0,60 | 15,6 |
| Mois... | − 0,60 | + 8,17 | 0,67 | 83,0 |

Dans ce mois, l'air a été calme 13 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 55 sur 100.

AOUT 1853.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

## RECHERCHES SUR LES QUANTITÉS DE CHALEUR DÉGAGÉES DANS LES ACTIONS CHIMIQUES,

par MM. P.-A. FAVRE et J.-T. SILBERMANN.

Il est quelquefois difficile d'arriver à une connaissance exacte et scientifique de certains phénomènes qui cependant se passent journellement sous nos yeux et trouvent de continuelles applications pratiques. Cela provient de ce qu'un grand nombre de complications entravent leur étude. C'est ainsi que les physiciens ne possèdent encore que des lois bien peu certaines sur la chaleur qui se produit pendant les combinaisons chimiques, et pourtant, parmi les sources de chaleur, c'est de beaucoup celle qui est le plus habituellement employée, celle par conséquent qu'il serait le plus utile de bien connaître. Les travaux n'ont point fait défaut, et bien des expérimentateurs habiles se sont occupés de ce sujet ; mais ils l'ont trouvé hérissé de difficultés.

Nous n'envisagerons pas cette question dans sa partie pratique : sous ce point de vue les complications deviennent excessives. Dans les problèmes industriels relatifs à l'usage et à l'économie du combustible, i[illegible]dam-ment des difficultés théoriques, on n'a pa[illegible]

considérer la quantité de chaleur qui se dégage ; il faut encore connaître quel en sera l'emploi; il faut savoir, par exemple, si l'on veut produire une haute température dans un espace restreint, comme pour la fusion d'un métal, ou bien si l'on désire obtenir un échauffement relativement faible, mais appliqué à une masse matérielle considérable, comme cela doit avoir lieu pour les machines à vapeur. La question du meilleur emploi possible de la chaleur peut bien rarement se résoudre par des vues théoriques ; le mieux est de recourir à des expériences exécutées dans les appareils même que l'on se propose d'employer.

Au point de vue scientifique, plusieurs savants ont dernièrement dirigé leurs études sur ce sujet, et en particulier MM. Favre et Silbermann y ont consacré plusieurs années de travaux consciencieux. En étudiant les effets thermiques qui se produisent pendant les combinaisons et les décompositions chimiques, ils sont arrivés, sinon à des lois générales, du moins à des données utiles et précises. C'est de leurs recherches que nous désirons plus particulièrement rendre compte.

Rappelons en commençant que l'on appelle *unité de chaleur* ou *calorie* la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré centigrade la température de l'unité de poids d'eau. Ainsi, lorsque nous dirons qu'un gramme d'un certain corps dégage 1000 unités de chaleur en se combinant avec la proportion voulue d'un autre corps, cela voudra dire que la chaleur produite par cette combinaison est suffisante pour élever de 1° la température de 1000 grammes d'eau.

Parmi les différentes réactions chimiques que l'on peut opérer, les unes se produisent par voie sèche, les

autres par voie humide. Cette distinction se retrouve tout naturellement dans l'étude des effets calorifiques qui accompagnent ces réactions. En effet, on n'emploie pas les mêmes appareils pour les combustions vives et pour les combinaisons des substances dissoutes dans l'eau.

*Combustions vives.*

Plusieurs physiciens célèbres, entre autres Lavoisier et Laplace, Rumford, M. Despretz, et Dulong dans un mémoire posthume, ont étudié la quantité de chaleur qui se dégage pendant la combinaison de différents combustibles avec l'oxygène. Leurs travaux, qui sont très-connus, les ont conduits à des résultats notablement différents les uns des autres, et ce désaccord rendait de nouvelles déterminations nécessaires.

Les expériences de MM. Favre et Silbermann, sur les combustions vives et quelques ségrégations chimiques, ont été faites au moyen d'un calorimètre à eau. Il se compose d'une chambre à combustion entourée de trois autres vases cylindriques et concentriques en cuivre. L'intervalle qui sépare les deux enveloppes extérieures est rempli d'eau à la température ambiante, formant autour du vase central une enceinte d'une température sensiblement constante qui est indiquée par un thermomètre. Le vase central forme le calorimètre proprement dit et contient la chambre à combustion baignée dans l'eau ; il est séparé de l'enceinte d'eau par une enveloppe en duvet de cygne, qui met obstacle à la circulation de l'air. Un thermomètre sensible et très-exact, que l'on observe au moyen d'un cathétomètre, indique les variations de température du calorimètre. Un couvercle prévie[illegible]apo-ration à la surface ; il est muni de q[illegible] tubulu[illegible]ieurs

d'entre elles sont traversées par les thermomètres, les deux autres laissent passer les tiges d'un agitateur qui reçoit, au moyen d'un mécanisme extérieur un mouvement d'élévation et d'abaissement, afin de mélanger constamment les couches d'eau du calorimètre et d'égaliser la température dans toute la masse.

La chambre à combustion se compose d'un vase en cuivre doré portant diverses ouvertures pour l'introduction et la sortie des gaz. Lorsque les produits de la combustion sont gazeux, ils ne s'échappent qu'après avoir traversé un serpentin où ils abandonnent tout leur excès de chaleur à l'eau du calorimètre. Le serpentin peut être fermé lorsque les produits sont liquides et doivent se condenser dans l'intérieur de l'appareil. Une tubulure centrale sert de fenêtre pour que l'on puisse voir si l'opération marche convenablement. Mais afin qu'il ne se perde aucune chaleur par rayonnement, elle est fermée par une vitre composée de trois disques accolés, l'un en quartz, le second en alun, et le troisième en verre, dont l'ensemble est parfaitement athermane.

Lorsque le corps combustible n'est pas gazeux on le place à l'intérieur de la chambre dans un petit vase disposé convenablement suivant la substance sur laquelle on opère. Quant aux gaz comburants ou combustibles, ils sont préparés et amenés dans la chambre à combustion au moyen d'appareils habilement combinés pour produire un écoulement régulier et continu.

Sans être entrés dans une description détaillée de cet appareil, nous en avons dit assez pour montrer qu'il présentait toutes les conditions d'une grande précision. Voyons actuellement comment l'expérience était conduite.

On mesurait l'élévation de température de la masse connue d'eau du calorimètre pendant la combustion d'un poids déterminé de matière combustible. On déduisait ce poids en pesant, non pas la matière combustible, mais bien les produits de la combustion, toutes les fois au moins que cela était possible. Cette méthode de pesée est une des conditions essentielles de précision dans ces expériences, en effet, on évite ainsi des mesures de volume pour les gaz, et les jaugeages sont toujours difficiles ; et en second lieu on a l'avantage de déterminer des poids plus forts. Les erreurs se trouvent ainsi diminuées ; c'est un des perfectionnements les plus importants qui aient été apportés dans ce nouveau travail.

Le produit de l'élévation de température par la masse d'eau du calorimètre divisé par le poids de la matière brûlée exprimera la quantité de chaleur dégagée par l'unité du poids de la substance combustible. Il est évident que l'on doit appliquer les corrections habituelles : il faut tenir compte de la partie métallique du calorimètre dont on traduit la valeur en eau, et apprécier l'influence du réchauffement et du refroidissement du calorimètre par rayonnement et par contact avec l'air ambiant. MM. Favre et Silbermann effectuaient cette dernière correction de la manière suivante : en étudiant la marche du réchauffement et du refroidissement ils avaient trouvé : 1° que le changement de température pendant l'unité de temps était constant pendant une expérience d'une longue durée ; et 2° qu'il était proportionnel à la différence des températures indiquées par les thermomètres placés dans le calorimètre et dans l'enceinte d'eau. En d'autres termes, ils pouvaient admettre que la loi de Newton était applicable dans les limites qu'ils attei-

gnaient dans leurs expériences. Dans une minute la variation de température était de 0°,002 par degré de différence entre les deux thermomètres, et c'est là la correction qu'ils ont adoptée [1].

[1] Il est peut-être regrettable que les auteurs aient employé ce mode de correction qui a, il est vrai, l'avantage d'abréger les calculs. En effet, si l'on prend le tableau des variations qu'a subi le thermomètre pendant le réchauffement et le refroidissement (*Ann. de Chimie et de Phys.*, tome XXXIV, p. 380), et si, pour calculer les variations en une minute dues à un excès de 1°, au lieu de prendre les moyennes de toutes les observations, on fait le calcul pour chaque expérience en particulier, on n'arrive point à un nombre constant. Ainsi, par exemple, nous trouvons que pour l'excès de température de 5° (expérience n° 5) la variation du thermomètre en une minute est de $0^{mm},100$, tandis que pour le même excès de 5° (expérience n° 14), la variation n'est plus que de $0^{mm},080$. Or, comme ces variations sont déduites d'expériences qui ont duré dix minutes au moins, pour pouvoir attribuer cette différence à une erreur d'observation, il faudrait supposer une erreur de lecture de $0^{mm},2$. Il y a, au reste, des différences encore plus fortes, et voici les variations maximum et minimum exprimées en degrés :

Dans l'expér. n° 6, la variation déduite de l'excès 4°,7 est 0°,00157
» n° 4, » » » 4°,2 est 0°,00251

(Il y a même des valeurs s'éloignant encore plus de la moyenne que celles-ci ; mais comme elles sont déduites de très-petits excès de température, les différences rentrent dans les limites d'erreur et nous les avons écartées). Ces chiffres diffèrent de la moyenne de près de un quart de sa valeur ; nous ne voyons donc pas que la loi de Newton puisse être appliquée avec quelque rigueur. Quant à la correction totale, comme elle est évidemment multiple de ces variations élémentaires, elle pourrait s'écarter aussi de un quart environ de sa vraie valeur en prenant les circonstances les plus défavorables. Cependant, comme cette correction totale est, sans aucun doute, toujours une faible partie de l'élévation générale de température, nous ne pensons pas que cela influe beaucoup sur les résultats. Dans la seule expérience que nous trouvions citée en détail dans la

*Combustion de l'hydrogène.*—Le premier corps dont la chaleur de combustion ait été déterminée est l'hydrogène. On introduisait les gaz secs dans la chambre à combustion au moyen de deux tubes. On allumait le jet d'hydrogène en dehors, et on le portait vivement en place dans l'intérieur de l'appareil déjà rempli d'oxygène. L'eau formée se condensait entièrement, et la différence des poids de la chambre à combustion pesée avant et après l'expérience indiquait la quantité qui s'en était produite; l'on en déduisait par le calcul le poids d'hydrogène brûlé. Nous citons ici les résultats de six expériences pour montrer dans quelles limites elles concordent entre elles.

| Numéros des expériences. | Unités de chaleur dégagées par un gramme d'hydrogène. |
|---|---|
| 1 | 34540 |
| 2 | 34413 |
| 3 | 34461 |
| 4 | 34576 |
| 5 | 34340 |
| 6 | 34442 |
| Moyenne | 34462 |

Dulong avait trouvé 34601 et ces deux nombres sont presque identiques.

mémoire, en calculant d'après le réchauffement et le refroidissement observés avant et après la combustion, nous avons trouvé, pour la chaleur dégagée par un gramme de charbon, le nombre 8089,01 au lieu de 8086,7 que les auteurs ont déduit d'après leur mode de correction. Cette différence est très-petite, mais il faut dire que la variation en une minute, calculée d'après cette expérience, se trouve être par hasard une de celles qui se rapprochent le plus de la valeur moyenne. En tout cas cette méthode ne doit pas être imitée dans des expériences calorimétriques où la correction est une fraction notable de l'effet observé.

Après ces expériences sur la combustion de l'hydrogène dans l'oxygène, l'appareil a été disposé pour la recherche de la quantité de chaleur dégagée par l'hydrogène brûlé par le chlore. La proportion d'hydrogène consumé était déduite par le calcul du poids d'acide chlorhydrique formé, que l'on dosait par l'azotate d'argent. La moyenne des déterminations et de 23783,3 unités de chaleur.

*Combustion du carbone et de quelques-uns de ses composés.* — Les valeurs que les différents physiciens avaient assignées à la chaleur dégagée par la combustion du carbone étaient loin de concorder entre elles. En effet, ils ignoraient une circonstance révélée d'abord par MM. Dumas et Stas, et confirmée pleinement par les expériences dont nous nous occupons ; c'est que, dans la combustion, tout le carbone n'est pas changé en acide carbonique, mais qu'une partie se transforme en oxyde de carbone. Or, le carbone en passant à l'état d'oxyde ne dégage qu'une fraction assez faible de la chaleur produite par une combustion complète. Pour éviter l'influence de cette source d'erreur, il fallait faire deux choses ; d'abord étudier la quantité de chaleur que dégage l'oxyde de carbone, lorsqu'il passe à l'état d'acide carbonique, et en second lieu déterminer la chaleur produite par la combustion du carbone dans l'oxygène, en analysant les produits de la réaction, afin de connaître la proportion d'oxyde de carbone formé. On calculait alors la chaleur qu'aurait dégagée cette proportion d'oxyde de carbone en brûlant, et on ajoutait cette quantité à celle qui avait été indiquée directement par le calorimètre.

Pour brûler l'oxyde de carbone et apprécier l'effet ca-

lorifique, on a opéré à peu près comme on l'avait fait pour l'hydrogène; seulement lorsque l'oxyde de carbone est pur, une partie du gaz échappe à la réaction; il fallait donc le mélanger avec une proportion connue d'hydrogène et l'on devait retrancher de la quantité totale l'effet partiel et facilement appréciable de l'addition d'hydrogène; on a trouvé ainsi le nombre 2403. Cette donnée une fois obtenue, on a passé à la combustion du carbone, qui était brûlé dans une cartouche en platine, percée de trous et placée dans la chambre de l'appareil, en y projetant une esquille de charbon incandescent. Les produits de l'opération traversaient, à leur sortie, en premier lieu des appareils tarés, propres à absorber l'acide carbonique; leur augmentation de poids indiquait la quantité qui s'en était formée; en second lieu, les gaz passaient sur de l'oxyde de cuivre, chauffé au rouge dans un tube à analyse où l'oxyde de carbone se brûlait; l'acide carbonique formé venait se condenser ensuite dans un nouveau système d'appareils absorbants. L'augmentation de poids de ces derniers faisait connaître par le calcul la proportion d'oxyde de carbone. Puis on ajoutait à l'effet calorimétrique observé la quantité de chaleur qu'aurait dégagée, en brûlant, la proportion reconnue d'oxyde de carbone. On arrive ainsi à des valeurs parfaitement concordantes entre elles et naturellement plus fortes que celles des anciens expérimentateurs, qui n'avaient pas effectué cette correction additive.

Dans ce qui précède, on a admis que la chaleur que dégagerait le carbone en brûlant à l'état d'acide carbonique représente la somme des chaleurs dégagées, d'abord pour former de l'oxyde de carbone, puis pour transformer ce dernier en acide carbonique. On peut, au reste,

déterminer ces deux quantités en choisissant deux expériences sur le charbon dans lesquelles la proportion d'oxyde de carbone produit soit très-différente, et en tirant de chacune d'elles une équation à deux inconnues. Ces inconnues seraient les chaleurs dégagées par la combustion du carbone à l'état d'acide carbonique et à l'état d'oxyde de carbone. La résolution d'équations de ce genre amène à des valeurs suffisamment rapprochées de celles que l'on avait trouvées directement pour fournir une confirmation du principe que l'on avait dû admettre.

Les expériences ont porté sur des échantillons de carbone très-différents. Lorsqu'on opère sur du charbon de bois on trouve toujours le même nombre, pourvu qu'on ait enlevé toute matière étrangère et en particulier tout l'hydrogène, quelque méthode que l'on ait employée pour la purification chimique ; mais les valeurs deviennent un peu différentes quand on prend des graphites, du diamant, etc., et, en général, quand la chaleur spécifique est faible, la chaleur de combustion est faible pareillement. On trouvera plus bas un tableau indiquant ces résultats. Les deux déterminations qui ont été faites sur le diamant, n'ont point été concordantes ; dans un cas le diamant avait été chauffé à 4 ou 500 degrés ; dans l'autre, il ne l'avait pas été. MM. Favre et Silbermann supposent que peut-être le diamant est doué de *thermophosphorescence*, c'est-à-dire qu'il conserve la chaleur comme les corps phosphorescents conservent la lumière ; mais ce n'est qu'une hypothèse qui demande confirmation.

On a fait également des recherches sur un grand nombre de carbures d'hydrogène et sur d'autres composés organiques. Lorsqu'ils étaient gazeux, on opérait comme

pour les autres gaz, mais quand ils étaient liquides, on les brûlait dans une petite lampe à mèche d'amiante. Le fait général qui semble ressortir de ces expériences, c'est que lorsqu'on considère une série de corps ayant une formule chimique analogue, la chaleur de combustion semble avoir un certain rapport avec la composition. Ainsi pour les bicarbures d'hydrogène dont la formule générale est $(C^2 H^2)^n$, les nombres que l'on a trouvés paraissent satisfaire à la loi suivante :

*Chaque fois que les éléments du carbure* ($C^2 H^2 = 4$ vol.) *entrent une fois de plus dans la constitution d'un nouveau carbure isomère, la chaleur de combustion diminue de* $37^{cal},48$.

Pour d'autres corps, par exemple les alcools qui peuvent se désigner par la formule générale $(C^2 H^2)^n + 2\ HO$, la loi paraît moins simple, mais on observe toujours une sorte de continuité dans les valeurs correspondant aux différents corps de même formule.

La chaleur dégagée n'est point proportionnelle à la quantité d'oxygène consommée, et ne peut généralement pas être calculée d'après celle qu'auraient dégagée les éléments de la substance organique à l'état de liberté, en supposant l'oxygène soustrait à l'état d'eau.

Les composés organiques isomères ne dégagent point en général les mêmes quantités de chaleur par leur combustion.

*Combustion du soufre*. Le soufre présente de l'intérêt en raison des différentes modifications sous lesquelles il existe. Après quelques difficultés pour obtenir une combustion complète, il a été reconnu que la chaleur de combinaison présente des différences suivant la constitution moléculaire de l'échantillon. Le soufre récem-

ment cristallisé à chaud ainsi que le soufre mou dégage 44 calories de plus que le soufre devenu spontanément opaque et que le soufre octaédrique naturel. On trouve ici que la chaleur de combustion croit en même temps que la chaleur spécifique, et nous avons vu qu'un fait du même genre avait été observé sur le carbone. La détermination du poids de soufre consumé ne peut pas se faire en pesant les produits de la combustion, on est obligé de peser le soufre directement.

Nous donnons ici un tableau qui comprend une partie des résultats de MM. Favre et Silbermann sur les chaleurs dégagées par combustion vive.

*Chaleurs dégagées par les combustions vives.*

| Matière combustible. | Gaz électro-négatif. | Unités de chaleur dégagée par 1 gr. de combustible. | Chaleurs spécifiques d'après M. Regnault. |
|---|---|---|---|
| Hydrogène | Oxygène | 34462,0 | |
| Idem | Chlore | 23783,3 | |
| Oxyde de carbone | Oxygène | 2402,7 | |
| Charbon de bois | id. | 8080,0 | 0,24150 |
| » des cornues | id | 8047,3 | 0,20360 |
| Graphite naturel | id. | 7796,6 | 0,20187 |
| » des hauts fourneaux. | id. | 7762,3 | 0,19702 |
| Diamant | id. | 7770,0 | 0,14687 |
| Hydrogène protocarboné (gaz des marais) | id. | 13063,0 | |
| » bicarboné (gaz oléfiant) | id. | 11857,8 | |
| Alcool (vinique ordinaire). | id. | 7183,6 | |
| Ether ($C^4H^5O$) | id. | 9027,6 | |
| Soufre préparé longtemps avant l'expérience | id. | 2220,5 | |
| Soufre préparé immédiatement avant l'expérience. | id. | 2260,3 | |
| Sulfure de carbone | id. | 3400,5 | |

*Décompositions chimiques.* — On peut déterminer la chaleur de combustion du charbon, en le faisant brûler, non plus dans l'oxygène mais dans le protoxyde d'azote. On trouve alors une quantité de chaleur plus forte que lorsque la combinaison se fait simplement avec de l'oxygène ; ainsi six expériences dont on n'avait pas corrigé le résultat, en raison de la proportion d'oxyde de carbone produit, ont donné comme moyenne le nombre 10901,5. Ce fait prouve que l'*oxygène et l'azote du protoxyde d'azote doivent, en se séparant, dégager de la chaleur*. Or dans les expériences, on peut apprécier la quantité d'oxygène qui est entrée en combinaison à l'état d'acide carbonique, et celle qui a formé de l'oxyde de carbone ; on connaît également la quantité de carbone brûlé. On peut donc calculer la chaleur qu'aurait dégagée le carbone en brûlant dans l'oxygène, de manière à former des proportions d'oxyde de carbone et d'acide carbonique égales à celles que l'on avait obtenues. Si l'on retranche ce nombre de la quantité de chaleur donnée directement par l'expérience, la différence indiquera la chaleur dégagée par la décomposition du protoxyde d'azote. On trouve par ce moyen que 1 gramme d'oxygène, en se séparant de l'azote avec lequel il était combiné à l'état de protoxyde d'azote, dégage 1154 unités de chaleur.

Mais on peut mesurer aussi la chaleur dégagée par la simple décomposition du protoxyde d'azote ; pour cela on décompose une certaine quantité de ce gaz en le chauffant par du charbon en combustion à l'intérieur du calorimètre, on calcule la chaleur dégagée par le poids de charbon employé, et en retranchant cette quantité de l'effet total que l'on a observé, on a la chaleur dégagée

par la décomposition du protoxyde d'azote. On s'est assuré que, sous l'influence de la chaleur, le protoxyde se décompose nettement et simplement en oxygène et azote. Pour effectuer l'expérience, on opère comme pour une détermination relative au charbon. Seulement au centre de la cartouche se trouve un cylindre en platine où le protoxyde d'azote arrive et se décompose au sortir de ce cylindre, les gaz traversent un serpentin, puis se rendent sur la cuve à mercure. Les produits de la combustion du charbon sont naturellement séparés de ceux qui proviennent de la décomposition du protoxyde d'azote, et on les dose par les procédés habituels. On arrive ainsi au nombre de 1090,5 pour exprimer la quantité de chaleur résultant de la séparation d'un gramme d'oxygène. Si l'on compare ce chiffre avec ceux qui résultent de la première série d'expériences sur la combustion du carbone dans le protoxyde d'azote, on voit qu'il s'écarte peu des valeurs minima de cette première série, c'est-à-dire de celles qui présentent le plus de probabilité d'exactitude.

Nous transcrivons ici les réflexions de MM. Favre et Silbermann sur ces curieux phénomènes :

« Le fait du dégagement de chaleur qui accompagne la ségrégation chimique de l'oxygène et de l'azote, est de nature à suggérer quelques réflexions.

« Ordinairement, en effet, la séparation de deux éléments chimiques combinés entraîne une absorption de chaleur égale à celle que dégageraient ces mêmes éléments libres, lorsqu'ils viennent à se combiner (en supposant d'ailleurs les circonstances semblables, de façon à pouvoir faire abstraction des effets calorifiques dus au changement d'état physique).

« Nous sommes forcés de reconnaître, dans les résultats de ces expériences, l'influence d'une circonstance nouvelle : ainsi l'oxygène provenant de la décomposition du protoxyde d'azote ne se comporte pas comme l'oxygène libre. Il est donc probable que l'oxygène, pour se combiner avec l'azote, doit éprouver une transformation qui entraîne un phénomène calorifique indépendant de l'acte de la combinaison elle-même. Si nous nous reportons au volume que l'oxygène occupe à l'état libre ou combiné à l'azote dans le protoxyde d'azote, nous voyons que ce dernier volume est double du premier.

« Que ce soit le changement de volume ou toute autre modification qui rende l'oxygène apte à se combiner à l'azote, il n'en ressort pas moins le fait d'une fixation de chaleur pour le développement d'affinités chimiques nouvelles.

« Il serait donc intéressant de pouvoir examiner comparativement les effets produits par les corps à l'état naissant ou dans les conditions ordinaires. Or, si l'on pouvait modifier l'oxygène au point de lui communiquer la propriété de se combiner directement à l'azote, on observerait sans doute un effet calorifique considérable accompagnant cette transformation.

« Les expériences de M. Schœnbein, de MM. de la Rive et Marignac ont conduit à envisager le corps appelé d'abord ozone comme une modification de l'oxygène. Nous avons fait sans succès diverses tentatives pour transformer complétement l'oxygène en ozone; mais pour arriver au but que nous nous proposions d'atteindre, il nous aurait fallu produire une assez grande quantité d'ozone sans l'absorber au moment de sa formation, comme l'ont fait récemment MM. Fremy et Edmond Becquerel,



dans leurs importantes recherches qui ont mis complétement en évidence la nature de l'ozone. Qu'il nous soit permis, à ce sujet, que dès les premières recherches communiquées à l'académie par M. Marignac, nous avions émis l'opinion que l'ozone pouvait être considérée comme une modification moléculaire de l'oxygène, et que des modifications de ce genre pouvaient bien rendre compte des phénomènes chimiques qui ne se produisent qu'avec des corps *à l'état naissant*.

« Si la modification de l'oxygène n'entraîne pas de changements dans le volume de ce gaz, comme nous l'avions supposé d'abord, il s'ensuivrait que cette modification de l'oxygène serait du même ordre que celle constatée par M. Draper sur le chlore qui, sous l'influence de l'insolation, acquiert des affinités spéciales. De plus, d'après nos propres recherches, le chlore dégage des quantités de chaleur différentes pour produire les mêmes combinaisons, suivant qu'il a subi ou non l'action directe des rayons solaires. Or, dans ces différentes circonstances, le chlore conserve son volume primitif, ainsi que nous l'avons constaté par des expériences directes.

« Il est d'un haut intérêt scientifique de voir surgir des modifications permanentes dans les affinités des corps simples sous l'influence des principaux agents impondérables, chaleur, lumière, électricité. Des travaux récents ont signalé, en effet, le phosphore rouge, le chlore *insolé* et l'ozone ou oxygène *électrisé*. »

Le protoxyde d'azote n'est pas le seul corps dont la décomposition produise un dégagement de chaleur ; l'eau oxygénée est dans le même cas. MM. Favre et Silbermann ont trouvé le nombre 1303 pour la chaleur dégagée par la décomposition d'un poids d'eau oxygénée

contenant 1 g. d'oxygène. Mais diverses considérations leur font admettre de préférence le chiffre 1363. Cette valeur est plus forte que celle que l'on avait obtenue pour la décomposition du protoxyde d'azote, d'autant plus qu'il faudrait y ajouter encore la chaleur latente de l'oxygène qui a passé de l'état liquide à l'état gazeux.

Quant à l'oxyde d'argent, on trouve que 1 g. d'oxygène absorbe, en se dégageant, 320,8 unités de chaleur lorsqu'on effectue la décomposition par l'action d'une haute température. Ce nombre très-faible ferait supposer que cette séparation dégage réellement de la chaleur, mais que la chaleur latente de l'oxygène qui passe à l'état gazeux contre-balance cet effet. Des expériences du même genre sur l'effet calorifique de la décomposition de l'arragonite et du spath d'Islande ont démontré le fait curieux d'un dégagement de chaleur, lorsqu'en chauffant l'arragonite, on la désagrége et la transforme en spath rhomboédrique.

*Combinaisons chimiques par voie humide.*

Nous avons actuellement à nous occuper des chaleurs dégagées dans les réactions par voie humide. Nous commencerons par la description de l'instrument que MM. Favre et Silbermann ont imaginé pour ces déterminations et le récit succint de leurs expériences ; puis nous exposerons les résultats généraux en jetant alors un coup d'œil rapide sur les travaux des autres physiciens sur le même sujet.

Avec le calorimètre à eau, on ne peut pas exécuter les expériences avec promptitude ; aussi cet appareil a-t-il été remplacé, pour ces nouvelles recherches, par un





calorimètre à mercure. Cet instrument peut être envisagé comme un thermomètre à vaste réservoir de mercure, susceptible de loger dans son intérieur les corps qui dégagent ou absorbent la chaleur. Il se compose d'un ballon en verre d'une capacité d'un litre environ, rempli de mercure et portant trois tubulures. Une première tubulure laisse pénétrer dans l'intérieur du ballon un tube en fer mince, bouché à son extrémité de 2 à 3 cent. de diamètre et de 10 à 11 cent. de longueur. Nous lui donnerons le nom de moufle. C'est dans ce tube, qui forme ainsi une cavité baignée de toutes parts par le mercure, que l'on introduit les corps soumis à l'expérience, placés eux-mêmes dans un tube en verre très-mince. La seconde tubulure latérale maintient un tube capillaire horizontal, qui y est mastiqué à la glu marine. Le mercure qui remplit les ballons n'a d'autre issue libre que ce tube capillaire qui joue le rôle de la tige d'un thermomètre; il doit être rigoureusement cylindrique ou calibré avec exactitude. Une règle divisée, placée derrière, permet d'évaluer les longueurs de la colonne mercurielle qui s'y trouve.

Enfin la tubulure supérieure reçoit un piston en acier que l'on peut mettre en mouvement au moyen d'une vis. Ce piston, en s'enfonçant, déplace le mercure et permet de l'amener au point convenable dans le tube thermométrique.

Pour remplir le ballon, on commence par y faire le vide en le plaçant sous une cloche tubulée reposant sur la platine d'une machine pneumatique, puis on y fait tomber le mercure à travers la douille de la cloche à l'aide d'un entonnoir très-effilé. On évite ainsi la présence des bulles d'air. Le ballon est maintenu dans une

caisse en bois et on l'entoure de ouate ou de duvet de cygne pour le protéger contre les variations de la température ambiante.

Il faut maintenant graduer le calorimètre, c'est ce que l'on fait en lui fournissant une quantité de chaleur parfaitement connue et en mesurant, dans le tube capillaire, la dilatation que le mercure a subi sous cette influence. Ainsi on introduira dans la moufle un poids connu d'eau bouillante, on la laissera s'y refroidir d'un certain nombre de degrés ; on saura par conséquent le nombre d'unités de chaleur prises par le calorimètre, puis on observera le nombre de divisions dont le mercure aura marché dans le tube capillaire, et on le divisera par le nombre de calories fournies par l'eau et on aura la dilatation correspondante à une unité de chaleur. Dans l'appareil qui a servi aux expériences de MM. Favre et Silbermann, la colonne mercurielle marchait de $0^{mm},3$ par unité de chaleur.

Nous ne pouvions pas entrer dans le détail de tous les soins qui ont été donnés à la construction et à la graduation de cet instrument et des vérifications par lesquelles on a contrôlé son exactitude. Donnons seulement un exemple de sa précision. Une expérience sur la chaleur latente de la vapeur d'eau, déterminée au moyen d'un calorimètre à mercure, a conduit au chiffre 535,77 qui est bien rapproché du nombre 536,66 donné par M. Regnault. Dans cet appareil, la valeur de l'unité de chaleur ne dépend pas de la masse de mercure qu'il contient, mais seulement du diamètre du tube capillaire. En effet, si la masse de mercure qui se dilate est plus grande, l'unité calorifique produira une augmentation de température plus faible. Ses deux effets se compen-



sent et se compensent exactement, car on peut admettre que le coefficient de dilatation du mercure est constant dans les limites de température que comportent les observations. Mais il y a des avantages à employer une grande masse, parce qu'il faut alors un temps assez long et suffisant pour une expérience, avant que la chaleur développée dans la moufle, arrivant jusqu'à l'enveloppe du ballon, ne dilate le verre et ne fasse rétrograder la colonne mercurielle. En outre, en employant beaucoup de mercure, les élévations de température sont faibles.

Cet appareil indique directement les unités de chaleur qu'il reçoit. On n'a pas à faire de corrections pour le réchauffement ou le refroidissement, parce qu'on commence l'opération quand la colonne de mercure est stationnaire. L'expérience prend peu de temps et n'exige pas une grande quantité de matière.

Pour faire une détermination, on introduit successivement dans la moufle les corps qui doivent se combiner, en les mélangeant au moyen d'un petit agitateur en verre.

Lorsqu'on met en présence deux corps en dissolution susceptibles de réagir l'un sur l'autre, il se passe des phénomènes calorifiques très-compliqués et, pour arriver à en posséder une notion exacte et complète, il faudrait en connaître auparavant les effets thermiques que produit tout changement d'état moléculaire, il faudrait avoir des données précises sur l'absorption ou le dégagement de chaleur qui accompagne le changement d'état et la dissolution des corps que l'on met en présence et des produits de leur réaction. C'est donc par là que l'on a dû commencer les recherches. Nous ne parlerons pas ici des chaleurs latentes de fusion ou de vaporisation qui

ont en général été étudiées dans des travaux spéciaux [1].

Quant aux dissolutions, MM. Favre et Silbermann ont étudié en premier lieu les effets calorifiques du mélange des acides et de l'ammoniaque dans l'eau ; les tableaux suivants donnent les principaux résultats auxquels ils sont arrivés.

*Chaleur dégagée par l'hydratation de l'acide sulfurique.*

| Eau en équivalents. | Unités de chaleur. | Différence. |
|---|---|---|
| 1 gramme de $SO^3,HO$ mêlé à l'eau dégage : | | |
| Avec 1 équivalent d'eau. | 64,7 | |
| » 2 id. | 94,6 | 29,9 |
| » 3 id. | 111,9 | 17,3 |
| » 4 id. | 122,2 | 10,3 |
| » 5 id. | 130,7 | 8,5 |
| » 6 id. | 136,2 | 5,5 |
| » 7 id. | 141,8 | 5,6 |
| » 8 id. | 145,1 | 3,3 |
| » 9 id. | 148,5 | 3,4 |
| » 10 id. | 148,4 | 0,0 |
| » 20 id. | 148,6 | 0,0 |
| 1 gramme de $SO^3,2HO$ mêlé à l'eau dégage. | | |
| Avec 1 équivalent d'eau. | 29,6 | |
| 1 gramme de $SO^3,3HO$ mêlé à l'eau dégage. | | |
| Avec 1 équivalent d'eau. | 17,1 | |

[1] On trouvera dans le Bulletin scientifique, que contient ce numéro des *Archives*, l'extrait de recherches de MM. Favre et Silbermann, relatives à quelques points qui s'écartent un peu du sujet qui nous occupe. On y verra, en particulier, les résultats de leurs recherches sur les chaleurs spécifiques et latentes.



*Chaleur dégagée par la dissolution des gaz acides et de l'ammoniaque dans l'eau.*

| Gaz. | Unités de chaleur dégagées par la dissolution de 1 gramme de gaz dans l'eau. |
|---|---|
| Acide chlorhydrique... | 449,6 |
| » bromhydrique... | 235,6 |
| » iodhydrique.... | 147,7 |
| » sulfureux...... | 120,4 |
| Ammoniaque gaz..... | 514,3 |

Les effets calorifiques de la dissolution des sels ont été étudiés ensuite :

(*Voyez le tableau page suivante.*)

Après avoir étudié les dissolutions, on a passé aux déterminations des chaleurs dégagées lors de la formation des sels et d'abord des sels neutres.

Pour les bases solubles, l'expérience s'est faite en les mélangeant directement avec les acides ; c'est ce qui a été fait pour la potasse, la soude, etc. La chaleur que dégage la potasse, par sa combinaison avec les acides, étant parfaitement déterminée, on avait, dans l'emploi de cette base, un point de départ certain pour l'étude des bases insolubles. On prenait un sel très-pur de chacune des diverses bases, on en plaçait une certaine quantité dans la moufle du calorimètre, puis on y versait la potasse en quantité connue. L'effet calorifique obtenu indiquait la différence entre la chaleur dégagée par la combinaison de la potasse avec l'acide, et la chaleur absorbée par la décomposition du sel. On pouvait donc calculer cette dernière quantité et contrôler le résultat en dissolvant de nouveau le précipité dans un acide.

*Moyenne des quantités de chaleur absorbées ou dégagées par un gramme des sels suivants par l'effet de leur dissolution dans l'eau en excès*[1].

| Oxydes ou leurs métaux. | Sulfates. | Azotates. | Chlorures. | Bromures. | Iodures. | Phosphates. | Pyrophosphates. | Oxalates. | Tartrates. | Acétates. | Carbonates. | Sulfures. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| De potasse | 35,3 | 70,5 | 51,9 | 37,8 | 29,2 | » | » | 39,7 | 17,3 | » | » | anhydre +106,9 |
| De soude | 49,1 | 45,5 | 8,9 | » | » | 32,3 | 21,9 | » | 25,2 | 28,1 | 32,7 | » |
| D'ammoniaque | 11,1 | 65,9 | 65,1 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De chaux | 24,7 | 27,1 | 15,5 | » | » | » | » | » | » | 3,5 | » | » |
| De baryte | 64,4 | » | 16,9 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De strontiane | » | 41,2 | 24,9 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De zinc | 14,8 | » | anhydre +102,2 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De fer (protoxyde) | 12,1 | » | anhydre +58,3 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De plomb | » | 14,9 | » | » | » | » | » | » | » | 14,8 | » | » |
| D'argent | » | 31,1 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| D'uranyle | +10,7 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De cuivre | » | » | bichlorure anhydre +75,7 | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| D'eau | » | » | » | » | » | » | » | 67,0 | 19,8 | » | » | » |
| De potasse et d'eau | 25,6 | » | » | » | » | » | » | 62,1 | » | 19,3 | 31,5 | » |
| De potasse et de soude | » | » | » | » | » | » | » | » | 40,9 | » | » | » |
| De potasse et d'alumine | 23,1 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| De pot. et de protoxyde de fer | 21,5 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| D'ammoniaque et d'alumine | 19,0 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |

[1] On trouve dans ce tableau des nombres relatifs à la solubilité des sels qui, en réalité, sont insolubles dans l'eau. Cette fiction repose sur différentes considérations qui, suivant MM. Favre et Silbermann, résultent de leurs expériences et permettraient de calculer ces valeurs. [illegible]drons plus loin sur ce sujet.

On trouvera plus loin un tableau des quantités de chaleur dégagées dans ces combinaisons et rapportées non plus à 1 gramme de la base ou de l'acide, mais à un équivalent.

L'étude des sels acides et des sels doubles présente un grand intérêt. En effet, la connaissance de la chaleur dégagée pendant les différentes réactions, peut donner des indications extrêmement précieuses pour résoudre certains problèmes insolubles par les méthodes ordinaires de la chimie. Ainsi on peut se demander si un sel acide ou sel double peut exister en dissolution dans l'eau, à l'état de sel acide ou de sel double; ou s'il ne se forme qu'au moment même de la cristallisation; questions qu'on peut difficilement éclaircir par les procédés habituellement employés. MM. Favre et Silbermann ont senti que les recherches calorimétriques pourraient rendre des services à cet égard, et ils ont tiré partie de cette idée. Ils concluent, par exemple, de leurs expériences, qu'un acide peut rester en présence d'un sel neutre, contenant le même acide et susceptible de former un sel acide, sans que la combinaison s'effectue immédiatement, à cette condition que les liqueurs ne soient pas assez concentrées pour être saturées par le sel acide possible. On voit en effet que 1 gr. de potasse ou de soude suffisamment étendue d'eau ne dégage jamais que la quantité de chaleur correspondante à la formation d'un sel neutre, lorsqu'on la met en présence de 1, 2, 4 ou 8 équivalents d'acide tartrique, oxalique, acétique, sulfurique. On peut aussi résoudre la question inverse et se demander si la dissolution dans l'eau, du sel acide cristallisé, détruit la combinaison et met l'excès d'acide en liberté. On voit que le bi-acétate de potasse peut se dissoudre sans se décompo-

ser ; il semble au contraire que l'eau détruit les bisulfates et les bisulfites.

On reconnaît également que, lorsqu'on met en présence deux sels susceptibles de former un sel double par leur réunion, il y a absence d'effet calorifique et par conséquent absence de combinaison tant que la liqueur est assez étendue pour qu'il n'y ait pas de cristallisation.

Nous ne rapporterons pas quelques autres résultats intéressants, nous avons seulement voulu insister sur l'utilité que peuvent avoir les déterminations calorimétriques au point de vue purement chimique.

Après l'étude de la formation des sels viennent les expériences sur l'oxydation, la chloruration, la bromuration et la sulfuration des métaux. On a dû renoncer à mesurer directement les chaleurs qui se dégagent pendant ces combinaisons : il a fallu attaquer le problème par une voie indirecte en étudiant les phénomènes calorifiques qui s'opèrent dans des réactions par voie humide plus compliquées. On s'appuie généralement sur ce principe que *la chaleur absorbée lorsque les corps se séparent, est égale à celle qui se dégagerait pendant leur combinaison.*

Prenons pour exemple l'oxydation ; on pourra la produire en attaquant le métal par l'acide sulfurique. Alors soient

$x$ la chaleur dégagée par l'unité de poids du métal qui s'oxyde pour former le protoxyde.

A la chaleur dégagée par la quantité proportionnelle d'acide sulfurique étendu qui se combine avec l'oxyde formé.

B la chaleur absorbée par la décomposition d'une quantité d'eau proportionnelle.

R la chaleur recueillie par



On aura évidemment

$$x = R - A + B$$

On emploiera des réactions analogues pour la formation des autres composés binaires. On trouvera plus loin les résultats de cette série d'expériences.

---

*Résultats généraux.*

*Egalité des chaleurs de combinaison et de décomposition.* — On a pu voir que dans les expériences précédentes, on a constamment supposé l'égalité entre la quantité de chaleur dégagée dans l'acte de la combinaison de deux éléments et celle qui est absorbée par leur séparation. Il semble, en effet, très-naturel d'admettre qu'il ne peut pas y avoir une destruction de chaleur, ce qui se serait peu conforme aux théories modernes. Cependant ce principe aurait besoin d'une démonstration concluante basée sur des expériences précises. Les faits qui, à notre connaissance, confirment la vérité de cette proposition, ne sont malheureusement pas très-nombreux, et il serait peut-être difficile de décider si cette loi se vérifie rigoureusement ou si elle est seulement approximative en raison de l'influence de quelques perturbations. Nous réunissons ici les démonstrations expérimentales que nous avons trouvées disséminées dans différents travaux.

En premier lieu, dans les recherches de MM. Favre et Silbermann, nous trouvons que deux méthodes ont été employées pour déterminer la chaleur de combinaison des acides et des bases insolubles (voyez page 334). L'une de ces méthodes est indirecte, basée par conséquent sur le principe que nous discutons : c'est celle de la décomposition d'un sel par la potasse ; l'autre est directe, elle

consiste à combiner l'acide avec la base préalablement précipitée. Les résultats sont concordants comme on peut en juger par les chiffres qui suivent :

*Chaleurs dégagées par l'acide sulfurique en se combinant avec un gramme des oxydes des métaux.*

| | UNITÉS DE CHALEUR. | |
| --- | --- | --- |
| Métaux. | Méthode indirecte. | Méthode directe. |
| Magnésium....... | 719,9 | 723,7 |
| Manganèse ...... | 345,1 | 346,2 |
| Fer (protoxyde)... | 302,5 | 306,7 |
| Zinc ............ | 255,2 | 253,0 |
| Cobalt........... | 309,3 | 310,4 |
| Nickel........... | 314,7 | 316,5 |
| Cuivre (bioxyde).. | 193,8 | 194,5 |
| Cadmium ....... | 157,2 | 160,3 |

En second lieu on a trouvé dans les papiers de Dulong les nombres 1298 comme exprimant la chaleur dégagée par l'oxydation directe du zinc dans l'oxygène, et 640 par l'oxydation du cuivre. Ces résultats s'éloignent peu, surtout pour le zinc, des chiffres 1292,7 et 683,9 auxquels MM. Favre et Silbermann sont arrivés par une voie indirecte.

M. le professeur Kane (*Athæneum*, 26 août 1843) a fait observer que la quantité de chaleur qui se dégage par le mélange d'un atome d'eau avec un atome d'acide sulfurique est exactement égale à celle qu'il faut pour ramener l'acide à l'état de concentration.

M. Thomas Wood a cherché à démontrer le principe qui nous occupe dans une lettre insérée dans le *Philosophical Magazine* (octobre 1851) en comparant les résultats de quelques expériences de MM. Desprets, Grassi, Andrews, Graham, Abria ; il trouve que l'on arrive aux mêmes chiffres pour l'oxydation et la chloruration du zinc, soit qu'on l'ait déterminée par une combustion, soit qu'on l'ait produite par voie humide.



Un autre mode de démonstration employé par M. Th. Wood consiste à comparer la chaleur dégagée par la combustion directe de l'hydrogène avec la chaleur absorbée par la décomposition de l'eau sous l'influence de la pile. On sait que les parties d'un même circuit électrique, qui présentent une résistance égale, dégagent la même quantité de chaleur. Or, si l'on détermine successivement, premièrement, la chaleur qui se développe dans un voltamètre où l'on décompose une certaine quantité d'eau, secondement, celle qui se développe dans un fil de platine roulé en spirale dans un calorimètre et présentant la même résistance que le voltamètre, la différence de ces deux quantités indiquera la chaleur absorbée par la décomposition de l'eau. M. Th. Wood annonce qu'il a obtenu de cette manière le même chiffre que M. Grassi avait trouvé pour la combustion de l'hydrogène.

M. Joule (*Philosophical Magazine*, july 1852) a employé la même méthode de décomposition par la pile pour déterminer la chaleur absorbée par la réduction de l'eau et des oxydes de cuivre et de zinc. Il trouve les chiffres 38553 pour l'eau, 594 pour le cuivre, 1185 pour le zinc. Dulong avait trouvé par combinaison directe 34601, 640 et 1298.

Enfin, MM. Favre et Silbermann ont aussi déterminé l'effet calorifique de la décompostion de l'eau par l'électricité ; ils n'indiquent pas les chiffres qu'ils ont trouvé, mais ils annonçent en ces termes qu'il y avait concordance. « Lorsqu'on introduit dans le circuit un voltamètre de résistance égale à celle d'un fil de platine, la chaleur est égale dans les deux cas, à condition de tenir compte de la chaleur absorbée par la décomposition de l'eau. »

Voilà quelles sont les preuves que nous avons pu recueillir en faveur de ce principe qui a été généralement admis. Comme on le voit elles ne sont pas très-nombreuses, et les plus concluantes sont celles de MM. Favre et Silbermann. Il ne nous paraîtrait pas étonnant que dans certains cas cette loi cessât d'être vraie, au moins en apparence, sous l'influence de certaines causes pertubatrices. Des faits tels que le dégagement plus considérable de chaleur qui se produit dans la combinaison du chlore *insolé* que dans celle du chlore qui n'a pas été exposé au soleil, peuvent faire douter de la fixité de ces quantités dans toutes les circonstances. Nous ne serions point surpris, en particulier, qu'une action chimique disposée de manière à produire une action électrique n'eût un effet calorifique moindre que s'il n'y avait pas production d'électricité. Il serait même intéressant, pour la théorie dynamique de la chaleur, d'en réaliser l'expérience.

*Dissolution dans l'eau.* — M. Hess avait fait des recherches sur l'hydratation de l'acide sulfurique à divers degrés (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome LXXV, 3e série, tomes III et IV). La valeur à laquelle il est arrivé pour la combinaison de l'acide monohydraté avec un équivalent d'eau coïncide avec celle de MM. Favre et Silbermann ; mais la concordance ne subsiste plus pour des proportions d'eau plus considérables. M. Hess avait admis qu'il y a un rapport simple entre les quantités de chaleur que dégage l'acide sulfurique lorsqu'on le mélange avec un nombre croissant d'équivalents d'eau. M. Graham (*Annales de Physique et de Chimie*, 1843, tome III), était arrivé à un résultat du même genre, mais il obtenait des valeurs différentes





de celles de M. Hess. MM. Favre et Silbermann annoncent un travail sur ces composés formés en proportions multiples où ce point de vue sera discuté.

*Combinaisons salines.* — Les différents expérimentateurs sont arrivés à des conclusions entièrement différentes, sur les qualités de chaleur qui accompagnent la combinaison d'un acide et d'une base.

M. Hess a opéré sur un petit nombre de bases, la potasse, la soude, l'ammoniaque et la chaux; il trouva que *toutes les bases qu'il avait soumises à l'expérience dégagent pour le même acide la même quantité de chaleur, qu'il existe un rapport constant entre les nombres fournis par différents acides avec la même base, et que ce rapport est le même, quelle que soit la base dont on part* (pourvu que le sel soit neutre et anhydre). Il expliquait le chiffre plus fort qu'il avait trouvé pour la chaux par l'insolubilité de cette base et par celle du sulfate de chaux. Il a annoncé aussi la loi de *thermoneutralité*, qui consiste en ce que deux sels en dissolution ne donnent lieu à aucun dégagement de chaleur lorsqu'on les mélange l'un avec l'autre, quand il ne se forme pas de précipité. Ces lois de M. Hess étaient déduites d'un trop petit nombre d'expériences, et, en particulier, de l'emploi de bases présentant trop de rapports d'affinité entre elles pour que l'on pût y attacher une complète confiance.

M. Andrews (*Annales de Chimie*, tome IV, 3e série) est arrivé à des résultats opposés, et ses conclusions générales sont les suivantes :

*Première loi.* La quantité de chaleur dégagée pendant l'union des acides avec les bases, dépend de la base et non de l'acide ; car la même base combinée avec un équivalent de différents acides, produit à peu près la

même quantité de chaleur, tandis que des bases combinées avec le même acide en produisent des quantités différentes.

*Deuxième loi.* Lorsqu'un sel neutre se convertit en un sel acide en se combinant avec un ou plusieurs équivalents d'acide, on n'observe aucun changement de température.

*Troisième loi.* Lorsqu'un sel neutre se convertit en sel basique en se combinant avec une proportion additionnelle de base, la combinaison est accompagnée d'un dégagement de chaleur.

Passons actuellement aux résultats généraux des expériences de MM. Favre et Silbermann. — Voici trois tableaux dans lesquels sont indiquées les quantités de chaleur dégagées par la combinaison de masses proportionnelles aux équivalents chimiques. Chaque nombre représente la somme des unités de chaleur dégagée par une combinaison formée équivalent à équivalent, en partant du poids de 1 gramme, attribué à l'équivalent de l'hydrogène. Ces nombres s'appellent *équivalents calorifiques*. Le tableau I est relatif aux composés anhydres.

Tableau I. *Equivalents calorifiques des composés binaires à l'état anhydre.*

| Métaux. | Oxydes. | Chlorures. | Bromures. | Iodures. | Sulfures. |
|---|---|---|---|---|---|
| Hydrogène.. | 34462 | 23783 | 9322 | —3606 | 2741 |
| Potassium... | » | 100960 | 90188 | 77268 | 45638 |
| Sodium..... | » | 94847 | » | » | » |
| Zinc....... | 42451 | 50296 | » | » | 20940 |
| Fer........ | 37828 | 49651 | » | » | 17753 |
| Cuivre..... | 21885 | 29524 | » | » | 9133 |
| Plomb..... | 27675 | 44730 | 32802 | 23208 | 9556 |
| Argent..... | 6113 | 34800 | 25618 | 18651 | 5524 |

Voici un second tableau relatif aux mêmes composés en dissolution.

TABLEAU II. *Equivalents calorifiques des composés binaires à l'état de dissolution.*

| Métaux. | Oxydes. | Chlorures. | Bromures. | Iodures. | Sulfures. | Modules des métaux comparés au potassium | Modules d'un métal comparé à celui qui le précède. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hydrogène..... | » | 40192 | 28404 | 15004 | » | —57216 | » |
| Potassium...... | 76238 | 97091 | 85678 | 72479 | 50969 | » | +57216 |
| Sodium......... | 73510 | 94326 | 82616 | 69143 | 48340 | — 2724 | — 2724 |
| Zinc........... | » | 56567 | » | » | » | —40524 | —37759 |
| Fer............ | » | 53350 | » | » | » | —43741 | — 3217 |
| Cuivre......... | » | 34500 | » | » | » | —62591 | —18850 |
| Modules des métalloïdes comparées à l'oxygène | » | +20834 | + 9273 | — 4063 | —25219 | » | » |
| Modules des métalloïdes comparées au chlore. | » | » | —11637 | —24994 | » | » | » |

Le signe — placé devant un certain nombre de modules indique une soustraction à effectuer en partant des équivalents calorifiques des combinaisons où entre l'élément pris comme terme de comparaison; le signe + indique une addition à effectuer.

Enfin voici un tableau relatif aux sels.

TABLEAU III. *Equivalents calorifiques des combinaisons salines à l'état de dissolution.*

| Protoxydes basiques. | ACIDES | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sulfurique. | Azotique. | Chlorhydrique. | Bromhydrique. | Iodhydrique. | Phosphoriques HO | Phosphoriques 2HO | Phosphoriques 3HO | Formique. | Acétique. | Valérique. | Citrique. | Oxalique. | Tartrique. | Carbonique. | Sulfhydrique. |
| Potasse. | 16083 | 15510 | 15656 | 15510 | 15698 | 16168 | 16920 | 17766 | » | 13973 | » | 13658 | 14156 | 13425 | 12878 | 6477 |
| Soude. | 15810 | 15283 | 15128 | 15159 | 15097 | 15407 | 15655 | » | 13308 | 13600 | 13500 | 13178 | 13752 | 12651 | » | 6550 |
| Oxyde d'ammonium. | 14690 | 13676 | 13536 | » | » | » | » | » | » | 12649 | » | » | » | » | » | » |
| Magnésie | 14440 | 12840 | 13220 | » | » | » | » | » | » | 12270 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de manganèse. | 12075 | 10850 | 11235 | » | » | » | » | » | » | 9982 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de nickel | 11932 | 10450 | 10412 | » | » | » | » | » | » | 9245 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de cobalt | 11780 | 9956 | 10374 | » | » | » | » | » | » | 9272 | » | » | » | » | » | » |
| Protoxyde de fer | 10872 | 9648 | 9828 | » | » | » | » | » | » | 8590 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de zinc. | 10455 | 8323 | 8307 | » | » | » | » | » | » | 7720 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de cadmium. | 10240 | 8116 | 8109 | » | » | » | » | » | » | 7546 | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de cuivre. | 7720 | 6400 | 6416 | » | » | » | » | » | » | 5264 | » | » | » | » | » | » |

L'inspection des nombres que renferme le tableau I, paraît offrir une relation entre la stabilité du composé et la chaleur dégagée par l'équivalent. Le composé le plus stable paraît être celui dont la formation a été accompagnée du plus grand dégagement de chaleur. On sait, en effet, que des oxydes de fer et de zinc ne sont pas susceptibles de se réduire par la chaleur, tandis que l'eau se décompose à une température excessivement élevée. Voici une partie des réflexions des auteurs sur ces résultats :

« ..... Pour discuter les rapports qui peuvent ressortir de la comparaison des équivalents calorifiques, il faut envisager des combinaisons dissoutes. L'état solide des composés ne présente pas des conditions comparables. En effet, nous ne connaissons pas toujours les quantités variables de chaleurs mises en jeu, lorsqu'un corps se constitue dans tel ou tel système cristallin, ou à des états différents de cohésion. On sait combien ces effets ont fixé l'attention de M. Chevreul, qui les a compris sous la dénomination de phénomènes de *cuisson*. Tout tend à prouver que ces conditions de comparabilité se trouvent réalisées lorsque les corps sont dissous.

« En effet, quel que soit, par exemple, le bromure ou l'iodure en dissolution que l'on traite par le chlore, la chaleur dégagée par la réaction est sensiblement la même. Il en est de même quand un métal en remplace un autre, quel que soit le composé soluble dont il fait partie parmi ceux du tableau II. »

« Il suffit de jeter un coup d'œil sur ce tableau, pour voir que tous les équivalents calorifiques des composés d'une même colonne verticale diffèrent des équivalents calorifiques des composés correspondants qui occupent

les autres colonnes d'une quantité constante, que nous appellerons *module des métalloïdes*, et qui exprime la quantité à ajouter ou à soustraire pour passer de l'équivalent calorifique d'un oxyde, par exemple, à l'équivalent calorifique du chlorure, bromure, etc., correspondant.

« On remarquera également que les équivalents calorifiques des composés placés sur la même ligne horizontale, diffèrent des équivalents calorifiques des composés correspondants d'une autre ligne horizontale d'une même quantité constante, que nous appelons également *module* des équivalents calorifiques *des métaux*.

« Si l'état de dissolution amène les divers composés binaires ci-dessus à un état comparable, la question est bien simplifiée; car si l'on veut connaître la différence apportée par chaque métal uni au même métalloïde, il suffit de choisir les combinaisons binaires solubles. D'autre part, si un même métal est combiné à plusieurs métalloïdes avec formation de composés solubles, on connaîtra pareillement la différence apportée par chaque métalloïde.

« Il résulte de nos expériences que les acides azotique, chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, en se combinant avec la même base soluble ou insoluble pour donner naissance à des *sels solubles* dégagent la même quantité de chaleur. Nous généraliserons en disant que, pour attribuer théoriquement à la formation d'un sel insoluble le nombre qui représenterait son équivalent calorifique, dégagé de la circonstance d'insolubilité, il suffit de lui affecter le nombre que donne l'acide azotique, en formant un azotate réellement soluble avec la base que l'on considère. La différence entre ce nombre théorique et le nombre réel serait uniquement la conséquence de l'insolubilité. »





Ces conclusions de MM. Favre et Silbermann nous paraissent au moins bien hatives. Le nombre des faits sur lesquels elles s'appuient est très-restreint : les seules observations que l'on puisse comparer entre elles sont relatives à l'hydrogène, au potassium et au sodium, c'est-à-dire à des corps présentant un grand rapport d'affinité. Est-il permis de généraliser autant les résultats et d'étendre les conclusions tellement au delà des limites des expériences?

Mais voyons d'abord si la loi énoncée, même relativement à ces trois corps que l'on a pu comparer directement, se trouve démontrée aussi rigoureusement que le pensent MM. Favre et Silbermann. — En premier lieu nous trouvons une exception dans un des composés de l'hydrogène : l'équivalent calorifique de l'eau dépasse de plus de 15000 calories le nombre que l'on obtiendrait d'après la loi. Pourquoi les auteurs ont-ils exclu ce nombre des éléments de comparaison? L'eau étant liquide, nous ne voyons pas pour quelle raison leur hypothèse ne lui serait pas applicable.

En second lieu nous ferons observer que les chiffres du tableau II sont obtenus par un calcul assez compliqué, comme on a pu le voir lorsque nous avons parlé de l'oxydation, de la chloruration, etc. Ces chiffres, basés sur les données de plusieurs expériences différentes doivent, sans aucun doute, présenter moins de certitude que les résultats immédiats d'une seule détermination. Or, si nous adoptons momentanément le principe énoncé, il nous sera facile d'en tirer une conséquence contrôlée directement par les expériences. En effet, si l'on peut admettre que les équivalents calorifiques des différents composés binaires de potassium ne diffèrent des équiva-

lents correspondants du sodium que par une quantité constante appelée *module*, il est facile de voir qu'il en sera de même pour les quantités de chaleur rapportées à un *équivalent de base*, et relatives à la simple action des hydracides sur les bases, sans apprécier l'effet de la dissolution d'après d'autres déterminations[1]. C'est ce qui devrait résulter des expériences où l'on a étudié la réaction des hydracides sur la potasse et la soude, qui se trou-

[1] Pour le faire voir, examinons la réaction de la potasse et de la soude avec un hydracide : nous choisissons l'acide chlorhydrique seulement pour fixer les idées.

Soient :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $a$ | la chaleur dégagée | par 1 équiv. | de potassium dans sa combinaison | avec 1 éq. | de chlore. |
| $a'$ | id. | id. | de sodium | id. | id. |
| $b$ | id. | id. | de chlorure de potassium par sa dissolution dans l'eau. | | |
| $b'$ | id. | id. | de chlorure de sodium | id. | |

Le principe de MM. Favre et Silbermann s'exprimera par :

$$a+b-a'-b'=\text{constante}$$

quel que soit l'élément électro-négatif employé, que ce soit le chlore, ou le brome, ou le soufre, etc. Soient encore :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $c$ | la chaleur dégagée | par 1 équival. | d'hydrogène | dans sa combinaison | avec 1 éq. | d'oxygène. |
| $d$ | id. | id. | id. | id. | | de chlore. |
| $e$ | id. | id. | de potassium | id. | | d'oxygène. |
| $e'$ | id. | id. | de sodium | id. | | id. |
| $g$ | id. | id. | d'acide chlorhydrique dans sa dissolution dans l'eau. | | | |
| $f$ | id. | id. | de potasse | id. | | |
| $f'$ | id. | id. | de soude | id. | | |
| M | id. | par la réaction de 1 équiv. de potasse sur 1 équiv. d'acide chlorhydrique. | | | | |
| N | id. | id. | de soude | id. | | id. |

On aura :

$$M=a+b+c-e-d-f-g$$
$$N=a'+b'+c-e'-d-f'-g$$

d'où $$M-N=a+b-a'-b'-e+e'-f+f'$$

Or, $a+b-a'-b'$ est une quantité constante, quel que soit l'élement électro-négatif, et $(-e+e'-f+f')$ ne dépend nullement de cet élément ; par conséquent la différence M—N devra être aussi une quantité constante.



vent consignées dans le tableau III, c'est-à-dire des expériences mêmes dont on a déduit par le calcul les chiffres du tableau II. Or, faisons ces différences entre les nombres du tableau III dont nous avons à nous occuper, et nous trouverons :

*Valeurs des modules de la soude comparée à la potasse d'après l'action des acides :*

| Chlorhydrique. | Bromhydrique. | Iodhydrique. | Sulfhydrique. |
|---|---|---|---|
| +528 | +351 | +601 | —73 |

Voilà les nombres qui devraient être égaux, et nous ne voyons pas comment on pourrait expliquer les différences considérables qu'ils présentent, sans admettre au moins des erreurs relatives de trois pour cent dans les déterminations. Or, cette limite d'erreur nous paraît bien considérable, et nous aurions cru à une plus grande exactitude, surtout lorsqu'il ne s'agit pas de valeurs absolues.

La démonstration de ce principe nous paraît donc insuffisante, même pour le petit nombre de corps que l'on a pu comparer, et lors même qu'il serait rigoureux dans ces limites, comme ces corps ont un grand rapport d'affinité, nous ne pensons pas qu'on puisse l'étendre aux autres sans preuves expérimentales, d'autant plus qu'il conduit à des conséquences assez singulières. Il semble étonnant, par exemple, d'admettre une valeur très-considérable pour la quantité de chaleur qu'absorberait la dissolution fictive de certains corps insolubles (de 10000 à 30000 calories pour les sulfures métalliques), tandis qu'il semble résulter, au contraire, de l'étude des équivalents calorifiques des dissolutions que, moins un composé est soluble, moins aussi il absorbe

de chaleur, en exceptant les corps qui ont une affinité spéciale pour l'eau, comme le chlorure de calcium. Il est tout aussi douteux que la dissolution dans l'eau d'un équivalent d'acide sulfhydrique absorbe 8988 unités de chaleur, et ce dernier point eût mérité d'être vérifié par des expériences directes qui n'auraient pas présenté de grandes difficultés.

Lorsqu'on étudie le tableau III, il semble difficile de ne pas admettre une liaison entre l'énergie des affinités des acides pour les bases ou le degré de stabilité des composés, et les quantités de chaleurs dégagées dans l'acte de la combinaison. « L'acide sulfurique et l'acide phosphorique surtout, disent MM. Favre et Silbermann, dégagent, en le combinant aux bases, des quantités de chaleurs supérieures à celles que dégagent les acides azotique, chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique. A l'égard de l'acide phosphorique, on voit, d'après le tableau ci-après, que la chaleur va en croissant en partant de l'acide monohydraté jusqu'à l'acide trihydraté, qui paraît être parmi les acides celui qui dégage le plus de chaleur. Les acides organiques suivants : oxalique, formique, acétique, valérique, citrique dégagent sensiblement la même quantité de chaleur ; mais elle est plus faible que celle donnée par les acides minéraux précédents. Enfin les acides tartrique, carbonique et sulfhydrique donnent les plus faibles quantités de chaleur. »

On voit également que, ni la loi de M. Hess, ni celle de M. Andrews ne se trouvent justifiées, et l'exactitude des expériences nous paraît devoir inspirer toute confiance et faire rejeter ces lois comme inexactes.

Relativement à la *thermoneutralité*, c'est-à-dire à l'absence de chaleur dégagée lors qu'on mêle deux sels en

proportion équivalente, MM. Favre et Silbermann ont reconnu, avec M. Andrews, qu'elle n'existe pas lorsqu'il se forme un précipité. Mais ils semblent l'admettre dans les autres cas : « Nous ferons remarquer, disent-ils, que ce principe résulte implicitement du travail de M. Andrews sur les substitutions d'une base à une autre base dans divers sels, ainsi que de nos propres recherches. M. Andrews avait, en effet, établi que quel que soit l'acide d'un sel, la quantité de chaleur dégagée par la substitution d'une base à une autre, pour former un nouveau sel, est la même lorsque l'on considère les deux mêmes bases. » Les auteurs admettent-ils donc pour les sels la même théorie qu'ils ont proposée pour les combinaisons binaires, c'est-à-dire l'existence d'un *module constant* permettant de passer de l'équivalent calorifique d'un composé à celui d'un autre composé? Si l'on fait les différences dans le tableau III, on ne peut croire à cette conclusion qui s'écarte beaucoup trop des résultats de l'expérience.

Nous croyons donc, en résumé, que souvent les conclusions théoriques de MM. Favre et Silbermann sont pour le moins anticipées ; mais nous répétons, en terminant, que toute la partie expérimentale de leurs travaux, tous les chiffres qu'ils ont présentés méritent, à notre avis, une pleine confiance et présentent toutes les garanties d'exactitude que l'on pouvait espérer.

L. Soret.

---

## NOTICE SUR LA PISCICULTURE.

Rien n'est plus remarquable que l'activité de notre époque ; à peine une nouvelle découverte est-elle signalée qu'on s'en préoccupe, qu'on s'en empare, que chacun l'exploite et s'efforce de lui donner autant d'extension que possible. Cependant il faut l'avouer, si dans bien des cas les choses se passent ainsi, il arrive quelquefois, au contraire, que certaines vérités ont une peine extrême à se faire jour ; on peut même remarquer que ce sont parfois les idées les plus faciles à concevoir qui se réalisent le moins facilement dans la pratique. Ce que nous allons retracer dans ces quelques pages en serait une preuve.

Depuis longtemps on se préoccupe de l'amélioration du sol, de ses nouveaux produits, d'en utiliser d'autres, de doter un pays de nouvelles sources de richesses, et cela souvent à grands frais, et cependant il est une branche d'industrie qui pourrait donner de beaux résultats sans trop de peines et sans avances considérables (ce qui a bien son importance), et à laquelle jusqu'à présent on n'a pas accordé toute l'attention qu'elle mérite, je veux parler de la pisciculture.

On pouvait croire et on a cru que les eaux qui sont répandues en quantité si considérable sur la surface du globe devaient être un immense réservoir où l'homme pouvait éternellement puiser, sans soucis et sans précautions, une abondante nourriture. En effet, il semble au premier coup d'œil que rien ne devrait s'opposer à une multiplication excessive de ces animaux qui tr[illegible] dans

les profondeurs des eaux des retraites bien plus sûres contre les attaques de l'homme, que les oiseaux de l'air ou que les animaux qui vivent à la surface du sol. Cependant il n'en est point ainsi, et si la mer donne, il est vrai, chaque année, et pour ainsi dire à heure fixe, ses immenses légions de harengs, de sardines, etc., dont le nombre ne paraît pas diminuer sensiblement, les eaux douces présentent des faits bien différents ; chaque année les poissons sont plus rares et les pêcheurs se plaignent avec amertume de leur état qui devient tous les jours moins productif. Il suffit, pour se convaincre de la vérité de ces faits, de jeter les yeux sur quelques relevés statistiques.

Certaines pêcheries d'Ecosse, le pays le plus favorisé sous ce point de vue et où la pêche du saumon est une des principales richesses de plusieurs grands propriétaires, ont vu leurs produits diminuer d'une manière presque effrayante. La rivière de la Jay, près de Perth, par exemple, qui appartient à lord Gray, donnait, en 1830, 100,000 fr. de revenu ; en 1840, elle n'en rendait plus que 75,000 ; maintenant elle ne rapporte pas 50,000 fr. En France, l'on consomme à Paris la moitié moins de poissons d'eau douce qu'en 1789. Ce dernier exemple ne prouve pas beaucoup, il est vrai, car on pourrait l'attribuer à d'autres causes, mais voici d'autres faits plus concluants.

L'importation du poisson d'eau douce d'Allemagne en France de 1837 à 1846, est double de celle qui s'est faite de 1827 à 1836. D'après M. de Quatrefages, 1,500 lieues de cours d'eau qui devraient donner en France au moins 5,000,000 de revenus, n'en donnent pas 500,000 ; le prix du fermage pour le Rhône n'est plus

que de 7 fr. par kilomètre, celui de la Durance 2 fr., et dans beaucoup d'endroits on ne trouve pas même de fermiers. Enfin on estime à 2,400,000 les poissons d'eau douce qui se prennent annuellement en France, ce qui représente une somme de 3,600,000 fr., tandis que Chaptal en 1829 estimait le produit de la pêche à 20 millions; il y aurait donc une perte de 82 %. Dans le siècle dernier, les saumons remontaient dans presque toutes les rivières qui se rendent à la mer sur les côtes de Bretagne, surtout dans le Blaret et à Chateaulin, où ils étaient la source d'un revenu considérable; des barrages que l'on a établi pour certains travaux hydrauliques ont fermé ces rivières et les saumons n'y viennent presque plus actuellement. Pour ne pas aller si loin, sur les bords du lac de Neuchâtel, le coup de filet qui s'achetait d'avance, il y a une dixaine d'années, 3 ou 4 francs, ne vaut pas même actuellement 50 centimes. Autour de nous, à Genève, nous trouverions des faits tout aussi positifs. A quoi tient cette diminution excessive du poisson? A des causes multiples qu'on ne peut qu'énumérer sans pouvoir dire laquelle influe plus que l'autre.

Citons d'abord la législation. Certaines ordonnances ont bien réglé, il est vrai, et même minutieusement, les époques où la pêche n'est pas nuisible, les modes de pêcher, etc.; mais toutes ces ordonnances, tous ces règlements sont aisément violés; il arrive quelquefois d'ailleurs que la pêche d'un lac ou d'une rivière qui appartient à plusieurs pays, se trouve réglée par plusieurs lois différentes, qui ont souvent pour effet de s'annuler réciproquement, bien loin d'assurer la conservation du poisson.

Les causes les plus puissantes de la dépopulation des eaux tiennent certainement au développement même de



la civilisation ; il paraît, en effet, que ces nombreux et puissants bateaux à vapeur qui sillonnent en tous sens nos lacs et nos rivières, effraient le poisson, le repoussent dans les eaux profondes et par conséquent l'empêchent de venir frayer vers les rivages comme il y est poussé par son instinct. Les vagues produites par les roues des bateaux à vapeur ont surtout une influence directe. Venant en effet continuellement remuer les cailloux du rivage, elles doivent nécessairement déplacer le frai et amener par conséquent sa destruction. Les gaz aussi qui sont entraînés par les eaux des nombreuses fabriques qu'elles alimentent, ainsi que les barrages établis pour modifier et rectifier les cours d'eau, ne doivent pas aussi être sans influence, surtout en empêchant le poisson de remonter le long des bords comme il aime à le faire dans ces migrations ; c'est à toutes ces causes et à d'autres analogues signalées dans plusieurs mémoires, qu'on attribue en particulier la disparution presque complète des poissons de la Saône et de la Tamise.

Il y avait donc un beau problème à résoudre en cherchant à repeupler nos eaux douces d'une manière permanente et assurée. Heureusement que ce problème n'en est plus un. — Signalée d'abord par le savant, guidé par la théorie, et résolue pratiquement par de simples pêcheurs chez qui l'intérêt se joignait à une grande patience et à une remarquable sagacité, cette nouvelle branche d'industrie commence à entrer largement dans la voie du progrès. Notre but dans cet article n'est pas de donner des détails sur la manière d'élever les poissons, sur le rendement des étangs, sur leur construction, comme le titre semblerait l'indiquer ; nous ne ferons qu'effleurer pour ainsi dire ces sujets, car nous avons surtout

pour but de grouper et de résumer ici les différents mémoires qui ont été publiés sur la *piscifacture ;* mot nouveau créé pour un fait nouveau, mais que nous n'avons pas osé prendre pour titre.

Examinons rapidement ici ce qu'était autrefois la pisciculture et ce qu'elle est maintenant. Lorsque les patriciens de Rome, las de gloire et de vertus, voulurent s'illustrer d'une autre manière, ils oublièrent leurs anciennes coutumes et le luxe fut le terrain sur lequel ils cherchèrent à briller. Les poissons devinrent à la mode dans les festins de ces maîtres du monde, et ce fut bientôt à qui en aurait les espèces les plus exquises et les plus rares. C'est Pline qui se charge de nous transmettre les prix fabuleux dont on payait alors quelques-uns de ces animaux. César paya un rouget 1,558 francs, trois autres lui coutèrent ensemble 6,844 fr.

Calliodore vendit 1,900 écus un esclave pour acheter un barbeau de 4 liv., afin, disait-il, de faire au moins un bon souper. De pareils prix devaient engager plusieurs personnes à élever des poissons dans des réservoirs particuliers, afin d'en avoir toujours à leur disposition.

Lucullus construisit près de Naples d'immenses viviers, et il avait même fait couper une montagne pour les mettre en communication avec la mer[1]. Tous ces réservoirs coutaient fort cher et il n'était pas facile de les peupler, car Hirtius qui, le premier, eut des viviers à murènes[2], en prêta une fois 6,000 à César, à condition que celui-ci

[1] Lorsque la piscine de Lucullus fut vendue par Caton d'Utique, tuteur du fils de ce célèbre gouverneur, il en retira plus de 4,000,000 sesterces.

[2] Murène, poisson de la famille des anguilliformes, qui est encore très-recherché sur les bords de la Méditerranée.

les lui rendrait en nature et non en argent. Un essai curieux et qui n'a été, je crois, renouvelé que de nos jours, mais sur une bien moindre échelle, fut celui de Claude qui chargea Optatus d'aller chercher dans la mer Carpathienne, ou Archipel de la Grèce, des scares [1] pour les déposer depuis Naples à Ostie, et de croiser continuellement dans ces parages pour empêcher les pêcheurs de s'en emparer. — Il paraît que, déjà sous la République, on avait eu l'idée de semer le frai ; on avait même essayé de faire éclore dans les eaux douces des œufs de poissons de mer, qui réussirent, du moins quelques-uns, à s'y acclimater. C'est ainsi que les lacs Velinus, Sabetinus, Vulsivensis, etc., furent peuplés de dorades, de bais, de muges, etc.

Avant de parler des temps actuels, il nous faut encore indiquer les Chinois qui élèvent une très-grande quantité de poissons dans des étangs et des viviers. Ils recueillent avec beaucoup de soin les œufs sur des claies qu'ils mettent sur les bords des fleuves, et les conservent dans de grands vases pour les vendre à des marchands, qui vont ensuite courir le pays pour approvisionner ceux qui veulent repeupler leurs étangs.

De nos jours, en France et en Allemagne, les étangs sont assez nombreux ; en France ils occupent environ 250,000 hectares. Parmi les pays à étangs, on doit citer la Sologne, plateau entre la Loire et le Cher ; la Dombes, la Bresse, dans le département de l'Ain ; la Brenne, dans l'Indre, etc., etc. Les étangs sont utiles de plusieurs manières : ils donnent le moyen de tirer parti d'un mauvais sol, sans ou avec peu de travail, et surtout sans engrais.

[1] Le scare, qui appartient à la famille des labroïdes, est encore très-estimé.

Outre le produit des poissons, qui est toujours assez considérable, les étangs peuvent aussi fournir une bonne nourriture pour les bestiaux ; dans plusieurs localités, on met le même endroit tantôt en étang, tantôt en terre de labour, et ce mode d'alternance donne d'assez beaux résultats. L'empoissonnement consiste uniquement en carpes, tanches et brochets.

Dans le nord de l'Europe, et particulièrement en Ecosse, on trouve de grandes pêcheries, qui consistent en filets ou en clayonnages fixes, destinés à arrêter les saumons lorsqu'ils remontent la rivière pour frayer. C'est aussi en canalisant avec beaucoup de peine et de frais de petits ruisseaux et en construisant des cascades artificielles, qu'on parvient à diriger ces poissons jusque dans de grands réservoirs, où ils viennent déposer leur frai. Là on garde et on élève les jeunes saumons jusqu'à l'âge de 3 ans, époque à laquelle ils sont déjà très-bons, mais il faut alors leur rendre la liberté, car ils ne tardent pas à périr si on ne les laisse pas aller à la mer, ainsi que l'instinct les y pousse.

Pour repeupler les rivières et pour avoir des étangs abondants en poissons, l'essentiel est d'avoir autant de feuille [1] que possible, et de pouvoir protéger ses premiers développements, en la mettant à l'abri des causes destructrices qui l'environnent. Tout le nœud du problème est là. Comment a-t-on pu le trancher? par la fécondation artificielle.

Une des grandes et admirables lois de la nature est que l'espèce périssable dans l'individu doit se perpétuer par la reproduction. Tous les êtres se reproduisent donc,

[1] *Feuille*, nom donné aux petits poissons [illegible] servent ensuite à peupler les eaux.

mais par des moyens divers ; pour les animaux supérieurs, il faut une union intime des deux sexes ; pour les animaux inférieurs, les poissons en particulier, cette union n'existe pas. La femelle dépose ses œufs ou son frai sur le bord des eaux, et le mâle vient ensuite verser sur eux un liquide laiteux appelé *laite*, qui les féconde.

Par une sage disposition de la Providence, le nombre des œufs d'une femelle est toujours proportionnel aux chances de destruction qu'ils courent pendant leur développement ; plus elles sont multipliées, plus le nombre de ces corps reproducteurs sera grand, presque infini, pour que sûrement au moins quelques-uns, sur le grand nombre, atteignent le but final, c'est-à-dire la conservation de l'espèce.

Or, que de raisons pour que les œufs du poisson n'atteignent pas ce but, alors même que les causes perturbatrices qui proviennent de la présence de l'homme n'existeraient pas, le mâle viendrait-il toujours dans les parages où la femelle a déposé ses œufs immédiatement après elle ; et s'il y vient, la liqueur fécondante, entraînée par le cours de l'eau, pourrait-elle bien imprégner le vitellus. C'est pour contrebalancer ces chances défavorables et bien d'autres encore, que la perche pond jusqu'à 60,000 œufs, la femelle du brochet 16,000, la carpe autant, la morue 9,000,000, etc., etc.

Ce mode de reproduction, bien connu des naturalistes, pouvait conduire à l'idée d'une fécondation artificielle. S'il était possible, en effet, de féconder tous les œufs d'une perche par exemple, et de les mettre en un lieu sûr où l'éclosion fut facile, le problème était résolu. Cette idée-là n'est pas nouvelle, elle a été mise à exécution depuis longtemps et avec succès, depuis Spallanzani jus-

qu'à nous, par un grand nombre de naturalistes, soit pour étudier l'influence directe du liquide fécondant, comme l'a fait le savant abbé, soit pour pouvoir suivre le développement orologique de l'embryon dans toutes ses phases, comme l'ont fait avec succès Agassiz, Ceste et d'autres. Mais si l'on demande qui le premier essaya d'en faire l'application en grand, nous allons voir que plusieurs peuvent en revendiquer le mérite, cette idée ayant été poursuivie et réalisée par plusieurs personnes à des époques diverses et pour ainsi dire parallèlement. C'est en Allemagne que Jacobi, dans le milieu du siècle passé, essaya pour la première fois l'application de la fécondation artificielle. Son mémoire fut envoyé à l'un des ancêtres de Fourcroy, en 1755, par le comte de Golstein, grand chancelier des duchés de Berg et de Juliers, à qui l'on a attribué, mais à tort, cette découverte. Duhamel de Monceau l'inséra dans son traité général des pêches en 1773. Ce travail de Jacobi est remarquable par ses détails et sa précision, on en pourra juger par ce sommaire de la lettre qu'il adressa à l'éditeur du *Magasin de Hanovre*. Dans la première section, il donne une description de la boîte dans laquelle il met les œufs fécondés, boîte qui réalise toutes les conditions les plus favorables. Puis il raconte à quelle époque la truite fraye, combien elle reste de temps pour cela. « Les truites, dit-il, viennent dans les ruisseaux en grand nombre à la fin de novembre, et celles qui sont prêtes à frayer (elles ne le sont pas toutes en même temps) se fixent près du gravier, là elles secouent et frottent leur ventre contre le fond pierreux, et si violemment qu'elles font souvent de grandes traces. Le mâle et la femelle se débar-

rassent, par ce mouvement, l'un de sa laite, l'autre de ses œufs. Tous les œufs arrivent à leur maturité à la même époque et le même jour. »

Dans les sections suivantes il indique le procédé pour extraire les œufs et la laite, en prenant doucement le poisson entre les mains, ainsi que toutes les précautions dont il faut s'entourer pour assurer soit la fécondation, soit l'éclosion. Presque toutes les difficultés sont prévues et soulevées dans ce mémoire, résultat de nombreuses expériences : « car, dit-il en commençant, il serait inutile de raconter les expériences insignifiantes que j'ai faites dans les 16 années qui ont précédé ma découverte, mais je donnerai plus tard un compte rendu plus détaillé de mes recherches dans les 24 années suivantes. »

C'est dans le Hanovre, près de Norteleun, que l'on mit pour la première fois ce procédé en pratique sur une grande échelle, et il réussit si bien que le commerce du poisson prit dès lors une grande extension, et que l'Angleterre dota d'une pension celui qui avait rendu un si grand service. Ce même procédé fut appliqué plus tard en Ecosse avec succès, en 1837, par M. Schau, dans la rivière de la Neith, où le saumon avait diminué sensiblement, et en 1841 par M. Bœcuis de Hammersmith.

En France, aucun savant ne s'occupa de cette question avant l'année 1848. A cette époque, M. de Quatrefages montra, dans un mémoire lu à l'académie des sciences, tout le parti qu'on pouvait tirer de la fécondation artificielle appliquée à la pisciculture, et le signala à l'attention du public, sans paraître se douter que cette idée avait déjà été conçue et mise en pratique.

Son mémoire aurait-il porté des fruits? je ne sais; en tout cas, il eut pour résultat immédiat de déterminer la

publication d'une brochure de M. Haxo, du département des Vosges, qui apprenait que ce procédé était mis en pratique dans son département depuis l'année 1842, et que tout l'honneur en revenait à deux pêcheurs de ce pays. — M. Haxo ne s'en est pas tenu là, et il a défendu avec un zèle et une ardeur que nous ne saurions trop louer, la cause de ces patients observateurs, dont on a essayé de contester les droits à la reconnaissance publique pour les services qu'ils ont rendus. Voici, d'après M. Haxo, le résumé des faits qui s'étaient passés :

« Un simple pêcheur de la B., commune de l'arrondissement de Remiremont, département des Vosges, nommé Joseph Remy, homme doué d'un grand bon sens, de beaucoup de tact et d'esprit d'observation, avait remarqué que la truite, autrefois commune dans les ruisseaux de ses montagnes, avait sensiblement diminué. Comme cette diminution portait un grand préjudice à son industrie, il résolut d'en rechercher les causes et d'y remédier si cela lui était possible. Il savait que vers la mi-novembre la truite remonte les cours d'eau, et vient frayer vers leur partie supérieure et dans les endroits les plus tranquilles ; il observa qu'arrivée dans le lieu qu'elle avait choisi pour opérer sa ponte, elle frottait à plusieurs reprises son ventre sur le gravier de la rivière, déplaçait de petites pierres avec sa queue, pour les ranger en une sorte de digue, qu'elle voulait opposer à la rapidité du courant et dans les interstices de laquelle elle déposait ses œufs. Bientôt après le mâle, conduit par une sorte d'attraction, venait répandre sa laite sur ces œufs ; dans ce moment-là l'eau se troublait légèrement, pour reprendre ensuite sa limpidité.

« Il ne lui avait pas échappé non plus que la femelle,



après la fécondation des œufs, s'efforçait par de nouveaux frottements de recouvrir sa ponte avec du sable et du gravier, pour empêcher qu'elle ne fut entraînée par le cours de l'eau, accident qu'elle cherche d'ailleurs à éviter en choisissant de préférence les petites criques des bords des ruisseaux. Ce curieux spectacle éveilla l'intelligence du pêcheur, et son imagination fut vivement excitée. — Il avait remarqué que plusieurs causes tendaient à détruire le frai, aussi sa première idée fut-elle de l'enlever, pour le placer dans des conditions plus favorables de développement. La malveillance détruisit ses premiers essais, une nouvelle difficulté vint d'ailleurs l'arrêter : les œufs de poissons ne sont pas toujours fécondés. Comment reconnaître ceux qui l'étaient et ceux qui ne l'étaient pas? Comment les choisir et ne conserver avec soin que le frai productif? Cette difficulté le jeta d'abord dans de grandes perplexités. Il se remit donc de nouveau à observer la truite, et, couché dans les hautes herbes qui bordent les cours d'eau de ce pays, il suivait d'un œil avide les diverses manœuvres auxquelles se livre la femelle pour creuser son sillon ; la nuit ne l'arrêtait pas ; par le clair de lune et malgré le froid qui, dans ce mois, est déjà fort rude dans ces montagnes, il restait obstinément à son observatoire. Il finit par concevoir l'idée que ces frottements continuels pourraient bien ne pas avoir pour seul objet de préparer le lit destiné à son frai, mais qu'ils devaient encore servir à faciliter la ponte des œufs, et que les mouvements du mâle pouvaient avoir aussi le but de rendre plus aisée la sortie de la laite.

« Il chercha alors s'il ne pourrait pas arriver au même résultat, et déterminer, par des frottements doux, la sortie

artificielle, soit des œufs, soit de la laite; ses premiers essais réussirent parfaitement bien; il vit la liqueur se troubler légèrement, puis les œufs perdre leur transparence et leur couleur orangée, pour devenir opaques et légèrement brunâtres, avec un point noir au centre, ce qu'il considéra comme le signe de leur fécondation. Il ne restait plus qu'à les conserver précieusement jusqu'au temps de l'éclosion, et, après plusieurs essais infructueux, il obtint un succès complet.»

Telle est dans toute sa simplicité l'histoire de la découverte de ce pauvre pêcheur. Mais ce secret trouvé, il fallait le faire fructifier. Remy ne trouvait pas en lui-même les ressources nécessaires pour mettre à profit ce qu'il savait, ce fut alors que la coopération d'un de ses amis, nommé Gehin, lui fut très-utile; devenu malade par suite des fatigues de sa vie laborieuse, souvent déçu par des essais malheureux, plus d'une fois il s'était laissé aller au découragement. Ce fut Gehin, à qui il avait communiqué ses observations, qui lui rendit le courage, et bien que la pêche ne fut pas alors son état, il l'accompagna dans ses courses, l'aida dans ses travaux. Plus tard, devenu pêcheur lui-même, il améliora les procédés employés par son ami, et finit par acquérir une grande dextérité dans les opérations nécessaires pour obtenir l'éclosion.

Les premières tentatives de Remy eurent lieu en 1840, mais il ne fut sûr du succès de son procédé qu'à la fin de 1842; les deux pêcheurs firent alors part de leurs observations à plusieurs personnes, mais elles n'y ajoutèrent que peu de foi ou une minime importance; en 1843, Remy essaya de s'adresser au préfet des Vosges; celui-ci ne fit aussi aucune attention à sa réclamation, et ce ne fut qu'en 1844 que la Société d'émulation



d'Epinal, ayant entendu parler de ces deux pêcheurs, leur décerna une médaille ; mais la connaissance de ces faits ne se répandit point hors du département, puisque nous voyons en 1848 M. de Quatrefages parler de la possibilité et des avantages de la fécondation artificielle comme d'une chose toute nouvelle.

La lettre de M. Haxo vint définitivement attirer l'attention sur cette question, et maintenant, grâce à la protection du gouvernement et avec le concours de naturalistes habiles, on aura chaque jour, sans doute, de nouvelles améliorations à constater dans cette industrie.

Voici maintenant quelques détails sur les procédés employés actuellement en France pour repeupler les eaux douces ; le petit manuel de pisciculture de M. Coste nous servira pour cela de guide.

C'est près d'Huningue que le gouvernement a fondé un établissement destiné à la fécondation artificielle, sous la direction de MM. Berthot et Detyem, présidés par M. Coste ; personne plus que celui-ci n'était, en effet, aussi à même, à cause de ses études antérieures, de remplir une telle charge. — On a dirigé, par des travaux de canalisation, plusieurs cours d'eau vers un vaste hangar où se trouve l'appareil à éclosion que nous décrirons plus loin ; après l'avoir traversé, ces ruisseaux se dirigent vers de grands réservoirs où vont se réunir les poissons à mesure qu'ils sont éclos. Ces réservoirs communiquent eux-mêmes avec le canal du Rhône au Rhin, ce qui met l'établissement en rapport direct avec presque toutes les eaux de la France[1]. Parlons maintenant des différentes opérations qu'il faut faire pour arriver au but proposé.

[1] Un récent article de journal nous apprend que le gouverne-



*Fécondation.* — La première chose à faire était de procéder à la fécondation des œufs; quoique nous en ayons déjà parlé ailleurs, nous nous y arrêterons encore un instant, car il y a plusieurs remarques intéressantes à faire à ce sujet. On commence par réunir dans un vivier, à l'époque de la ponte, un certain nombre de poissons afin d'en avoir facilement à sa disposition; puis on se munit d'un vase dont la température ne doit pas être arbitraire, comme nous le verrons plus tard; le fond du vase doit être aussi évasé que possible, afin que les œufs ne s'accumulent pas en un seul endroit. Une fois ces préparatifs faits, on saisit une femelle et, avec le pouce appuyé sur la face ventrale de l'animal, on refoule doucement les œufs vers l'ouverture qui doit leur livrer passage; dès que l'opération est terminée, on prend un mâle et on répète ce qu'on vient de faire sur la femelle; la laite qui, dans l'état naturel, est blanche et épaisse comme de la crême, donne au mélange l'apparence de petit lait; on agite ensuite doucement le tout pour être certain que la fécondation s'opère.

La laite étant secrétée avec abondance pendant sept ou huit jours, un seul mâle peut servir à la fécondation d'un nombre considérable d'œufs. — De récentes et curieuses observations de MM. Millet et Quatrefages sont venues donner de précieux renseignements sur certaines conditions que l'on doit remplir, si l'on veut que l'opération réussisse parfaitement, tout en donnant aussi une explication satisfaisante de certaines migrations des pois-

ment de Hollande vient d'ordonner la formation de deux établissements destinés au même but, sur le rapport très-favorable d'une commission nommée pour étudier cette question.





sons, dont auparavant on ne comprenait pas très-bien la cause.

M. de Quatrefages s'était demandé si la température n'exerçait aucune influence sur la vitalité des spermatyoïdes dont la présence, comme on le sait, caractérise la bonté de la laite. Or, il a trouvé que, pour chaque espèce de poisson, il y avait trois températures différentes dont l'influence était importante à signaler.

Il a constaté que c'étaient aux températures de :

2° pour les brochets,
12 pour la carpe,
15 pour la perche,
16 pour le barbeau,

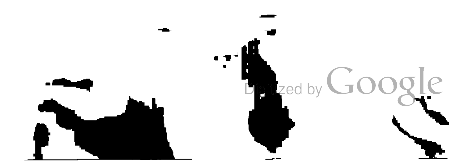
que les spermatyoïdes avaient la plus longue existence. A une température plus basse, il y avait de suite engourdissement et mort ; à une plus élevée, il y avait d'abord une grande surexcitation, suivie aussi très-rapidement de destruction. Si donc on veut avoir une fécondation immédiate, l'état de surexcitation étant plutôt un avantage, il ne faut pas craindre de faire l'opération à une température un peu plus élevée que celle que nous venons d'indiquer, car si l'effet est plus court, il est aussi plus énergique. Après de nombreux essais, M. de Quatrefages croit que les températures les plus favorables sont :

6° à 8° pour la truite,
8 à 10 pour le brochet,
14 à 16 pour la perche,
20 à 25 pour le barbeau.

Cette observation est importante, car sans cela on aurait pu souvent arriver à des résultats complétement

négatifs, sans savoir comment y remédier. — Ensuite les œufs de brochet et de truite peuvent se féconder à une température très-basse ; l'opération peut se faire en hiver, et même avec des animaux presque gelés, ce qui peut être utile dans certains cas. — M. Millet a pu, en effet, féconder les œufs de ces poissons avec de la laitance conservée soixante heures dans de la glace, et il a obtenu des résultats analogues sur des œufs d'une truite, morte depuis quarante-cinq heures, avec la laite d'un mâle complétement roidi par le froid. Cette remarque explique très-bien pourquoi plusieurs poissons, et les truites en particulier, remontent les rivières et même les petits ruisseaux des montagnes pour déposer leur frai. — C'est afin de trouver un milieu dont la température soit tout juste convenable à la fécondation, température qu'elles trouvent à des distances variables à partir de la source; et c'est aussi, sans doute, pour ce motif, que l'époque du frai n'est pas la même pour la même espèce, suivant les localités.

M. Millet avait aussi remarqué que les truites restaient plusieurs jours, quelquefois même plusieurs semaines, pour frayer. Il pensa alors que, lorsqu'on faisait sortir une grande quantité d'œufs en même temps, en pressant même légèrement les parois abdominales, on agissait d'une manière anormale, et que, par conséquent, les résultats n'étaient pas aussi certains. Cette hypothèse a été vérifiée par l'expérience; en effet, après avoir fractionné en cinq parties le produit d'une ponte, et les avoir ensuite fécondées et mises dans des conditions identiques, il s'est trouvé que, de la première partie, les neuf dixièmes sont arrivés à bien, dans la troisième seulement le tiers; quant aux deux dernières, elles n'ont donné aucun résultat. —



Si donc on veut avoir les meilleurs éléments possibles de réussite, il ne faut prendre que les premiers œufs et les premières gouttes de laite, pour chaque opération. — Pour être certain d'opérer toujours et sans confusion sur les mêmes individus, M. Millet passe un cordon dans les ouïes du poisson et le fixe à un pieu ; de cette manière il peut toujours prendre les mêmes individus jusqu'à ce qu'ils soient épuisés.

*Croisement des espèces.* — Une des conséquences du procédé que nous venons d'indiquer sera de permettre de faire de curieuses recherches sur le croissement des espèces entre elles, recherches qui pourront apporter de nouvelles lumières à la question si épineuse de l'espèce, et des limites dans lesquelles elle peut varier. Cette possibilité d'obtenir des métis n'est pas inconnue, à ce qu'il paraît, aux Chinois, qui varient à l'infini leurs races de carpes dorées, en en réunissant plusieurs variétés dans un même vivier à l'époque du frai.

*Appareil à éclosion.* — On est assuré que la fécondation a bien réussi, lorsque les œufs perdent leur transparence, deviennent d'un blanc plus mat et se marquent au centre d'un petit point noir. Après avoir séparé ceux qui n'ont pas été fecondés, parce qu'ils peuvent, en se corrompant, altérer ceux qui le sont, il s'agit de conserver ceux-ci pendant le temps de l'incubation. M. Jacobi avait déjà indiqué pour cela un excellent procédé ; MM. Gehin et Remy ont adopté des boîtes rondes en zinc, percées d'un nombre considérable de petits trous ; le fond de la boîte est rempli de gravier ; par-dessus l'on met les œufs et l'on dépose le tout dans un courant d'eau fraîche. M. Coste a fait construire, à Huningue,

mais sur une très-grande échelle, un appareil semblable à celui qu'il avait déjà établi au collége de France.

Voici en quoi il consiste: un courant d'eau est amené par un canal sous un vaste hangar, où il se subdivise en sept ruisseaux parallèles, de 1 mètre de largueur sur 40 mètres de longueur; ces ruisseaux se rendent de là, comme nous l'avons vu, dans des bassins particuliers, et y entraînent les jeunes poissons qui viennent d'éclore. Ces ruisseaux, qui n'ont que trois pouces de profondeur, sont séparés les uns des autres par un chemin creusé dans le sol, et la surface des eaux étant de cette manière à la hauteur d'appui, il est facile de surveiller l'état des œufs qui sont déposés dans l'eau sur des claies d'osier, et de les empêcher d'être attaqués par des byssus, des insectes, etc. — Enfin, au moyen de petites vannes, on peut régler, suivant les convenances, la vitesse du courant.—Le temps de l'incubation n'a rien de fixe, il varie de six semaines à trois mois suivant la qualité des eaux. A la Bresse, dans le département des Vosges, il faut, d'après Remy, du 1er décembre au commencement de mars, c'est-à-dire quatre-vingt-dix jours environ, pour que les œufs soient prêts à éclore. — Au soleil, des œufs de brochet ont éclos au bout de neuf jours; à l'ombre, et dans de l'eau renouvellée, il leur en a fallu vingt. Des œufs de truite dans de l'eau de source chaude éclosent au bout de trente jours, tandis que, dans de l'eau très-froide, elles n'éclosent quelquefois qu'au bout de cent vingt jours.

Tous les petits poissons naissent presque à la fois; on voit d'abord apparaître la queue, puis la tête, et enfin, le dos rompant le reste de l'enveloppe, le petit animal peut nager librement, en conservant encore, pendant un

temps qui varie de cinq à quatre-vingt-cinq jours, sa vésicule ombilicale qui le nourrit pendant cette époque.

*Nourriture.* — Lorsque ces petits êtres ne peuvent plus se suffire à eux-mêmes, il faut leur donner une nourriture convenable et un plus grand espace pour nager, car sans cela ils ne pourraient s'accroître; cette nourriture consiste en de la viande hachée très-menue, et de la chair de poisson désagrégée. Le frai des grenouilles paraît leur être très-salutaire, et il est facile de s'en procurer en mettant de ces animaux dans les étangs.

Enfin, les pêcheurs de la Bresse ont recouru à un procédé aussi ingénieux que naturel : ils ont mêlé aux jeunes truites qu'ils élevaient d'autres espèces herbivores et plus petites, qui servaient de nourriture aux premières.

A la fin de la seconde année la petite truite pèse 125 grammes; à la fin de la troisième 300 grammes. Jusqu'à cette époque, il faut éviter de mêler les âges, car les petites truites ne tarderaient pas à servir de pature aux plus grandes.

*Du transport des œufs.* — Il était important de savoir si le transport des œufs fécondés était possible, car cela étant, on pouvait donner à la pisciculture une bien plus grande extension, en permettant de multiplier les espèces dans une même localité, et d'y acclimater des espèces étrangères. En effet, il est difficile de transporter des poissons vivants, car cela est toujours fort coûteux et fort chanceux. M. de Valenciennes qui, en 1851, avait essayé d'amener à Versailles quarante-huit espèces de poissons de la Prusse, a dépensé pour cela plus de 16,000 francs, et la plupart, si ce n'est tous, ont péri. Or, le transport des œufs peut se faire beaucoup plus facile-

ment et à peu de frais. Le meilleur procédé consiste à prendre des boîtes de bois blanc, de quatre pouces de profondeur, au fond desquelles on dépose alternativement des couches de sable et d'œufs, jusqu'à la surface. Avec une température un peu basse on peut conserver ainsi des œufs pendant près de deux mois.

Les résultats que l'on pourra tirer de la fécondation artificielle appliquée aux poissons seront d'une utilité immédiate, soit en augmentant considérablement, comme nous l'avons déjà dit, le produit de la pêche, soit en permettant de naturaliser une quantité d'excellentes espèces dans nos rivières, ce qui du reste à déjà été tenté depuis longtemps. — Ainsi, le *gourami* de la Chine a été transporté avec succès à Cayenne et à l'île de France, le *cyprina aurata*, originaire du même pays, se trouve maintenant presque partout en Europe ; la perche, transportée en Ecosse dans le kouloch, y a beaucoup prospéré ; la truite s'est naturalisée dans le comté de Remfrew, et l'éperlan en Allemagne. Nous voyons aussi les plies se propager avec succès dans les étangs de Pise. La carpe, qui nous vient de la Perse, n'a été introduite en Angleterre que dans le seizième siècle ; et le strelet, espèce d'esturgeon dont la chair est très-délicate, a été introduit de Russie dans les lacs de la Suède sous Frédéric I^er^, et en Poméranie sous Frédéric II de Prusse. Enfin, Franklin a naturalisé, à l'embouchure de certains fleuves, quelques espèces de harengs, en transportant dans ces localités des plantes marines chargées du frai de ces poissons.

Si toutes ces naturalisations ont pu avoir lieu, lorsqu'elles étaient entravées par mille difficultés et par des frais considérables, le procédé de la fécondation artificielle et du



transport des œufs fécondés les rendra bien plus aisées et bien moins coûteuses. Si on peut, par exemple, introduire l'esturgeon commun dans nos fleuves, il sera très-utile pour le commerce de l'Europe, car sa chair est excellente, et nous ne serons plus obligés de demander à Astrakan les 1,000 tonnes de caviar qu'il expédie annuellement en Europe.

Quant au saumon, on pourra l'amener dans des fleuves qu'il ne fréquente point encore. A cet effet, il faudrait le faire éclore sur les lieux mêmes où l'on veut le naturaliser. On ne pourra, il est vrai, le garder qu'un certain temps; car, au bout de peu d'années, il faut nécessairement le laisser aller à la mer, si on ne veut pas le voir périr; mais tout ne sera pas perdu, car, de même que l'oiseau voyageur revient, en général, au lieu qui l'a vu naître, de même le saumon revient, à ce qu'il paraît, à l'époque du frai, dans les mêmes localités d'où il est parti.

On pourra, sans doute, aussi introduire dans les eaux de la France le *silure*, le plus grand poisson d'Europe, dont la chair est excellente, et qui est très-abondant dans le nord et même dans quelques lacs de la Suisse, tels que ceux de Morat et de Neuchâtel, etc., où il est connu sous le nom de *saluth ;* M. Dietrichs l'a déjà naturalisé avec succès dans les lacs de la basse Alsace, etc., etc.

En rédigeant cet article, nous nous sommes demandé si l'on ne pourrait pas utiliser à ce point de vue les eaux qui sillonnent notre pays ; lorsqu'on voit ces masses considérables d'eau qui s'écoulent sans servir d'aucune manière, celles du Rhône en particulier, qui n'alimentent point de fabriques, ne servent nullement à la na-

vigation et pas même à des irrigations, puisque ce fleuve coule presque toujours encaissé entre des moraines élevées. Nous nous sommes demandé pourquoi ces eaux ne pourraient-elles pas être changées en de vastes viviers, riches en espèces les plus variées et les plus excellentes, et avec lesquelles on pourrait alimenter à bon marché, non-seulement notre population, mais aussi les pays voisins, surtout lorsque les chemins de fer, abrégeant la distance, rendront le transport du poisson très-facile et très-rapide. Sans doute, il y aurait des essais à faire, peut-être infructueux d'abord, mais qui, nous en sommes persuadés, finiraient par donner d'excellents résultats, s'ils étaient entrepris par des personnes patientes et intelligentes ; d'ailleurs, en aucun cas, les frais d'établissement ne seraient jamais assez considérables pour détourner de pareilles tentatives ceux qui voudraient s'en occuper.

G. R.



# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

### 33. — NOUVEAUX OBSERVATOIRES A ROME ET A TOULOUSE ; RECHERCHES RÉCENTES DE M. PETIT SUR LES BOLIDES.

L'observatoire du Collége romain, érigé à Rome en 1816 sous le pontificat de Pie VII, est connu surtout du monde savant depuis une vingtaine d'années, par les travaux remarquables et de divers genres, favorisés par le beau climat de Rome, qui y ont été exécutés et publiés, d'abord par feu M. de Vico et ses adjoints, et ensuite par M. le professeur Secchi; travaux dont il a été question à plusieurs reprises dans ce Recueil[1]. Ces astronomes, munis, depuis 1828, d'une bonne lunette de Cauchoix de six pouces et demi de diamètre, montée parallactiquement, et à laquelle on peut adapter une amplification linéaire de plus de 800 fois; ayant, en outre, un cercle-méridien et d'autres instruments de moindre dimension, se sont particulièrement occupés de la recherche et de l'observation des comètes. Ils ont aussi spécialement étudié les diverses apparences que présentent diverses nébuleuses, ainsi que les disques des planètes Vénus et Saturne. M. Secchi a vérifié dernièrement, entre autres, l'exactitude du fait constaté, vers la fin de 1852, par MM. Jacob, Lassell et Dawes, que la partie intérieure et nébuleuse de l'anneau de Saturne, observée depuis quelque temps, est transparente, et laisse voir, à travers son épaisseur, les bords de la planète. Il croit que cette espèce de pénombre dans l'intérieur de l'anneau avait été aperçue dès 1828 à l'observatoire du collége romain.

Les belles recherches thermo-électriques du professeur Secchi sur la température des diverses parties de la surface du soleil et de ses taches, faites avec la lunette de Cauchoix, lui ayant probable-

[1] Voyez, entre autres, *Bibl. Univ.*, août 1840, juillet 1842 et août 1852.



uer aux travaux astronomiques
t d'une force optique considé-
r son observatoire d'une lunette
qui aura neuf pouces d'ouver-
focale. Comme la place actuelle
un instrument de cette dimen-
: un nouveau, ce qui était, d'a-
able, que l'observatoire actuel,
pérature des murs, donnait lieu
se manifestaient dans les instru-
sens vertical, même dans l'es-
rterai ici quelques détails sur le
ettre de M. Secchi, en date du
ans le N° 851 des *Astr. Nach-*

ir un lieu éloigné de la ville et
, mais plusieurs raisons s'y sont
i domine dans les environs de
ut pendant la nuit, empêcherait
nomes et toute observation pen-
omme le directeur et les astro-
uction publique, on ne pourrait
s doivent donner leurs leçons.
trouver, dans l'enceinte même
ın observatoire commode, et sû-
lli sur le roc vif, sans être ex-
é, et à d'autres encore qu'on ren-
és. Il existe dans cette enceinte
e croix, d'une architecture pa-
, qui était destinée à avoir un
e 230 pieds au-dessus du pavé.
dôme était bâtie, lors de la mort
l'église, et la fabrique resta in-

e est élevée seulement de 120

pieds au-dessus du pavé, et l'épaisseur des murailles est proportionnée à la grandeur du dôme qu'elles devaient soutenir. Quatre gros murs, de dix pieds d'épaisseur dans leur partie supérieure, se croisent pour fonder le corps du bâtiment, et dans le milieu ils forment un carré qui devait soutenir le dôme. Les angles du carré sont renforcés de manière à former quatre piliers massifs, assez épais pour qu'on puisse sur le sommet de chacun décrire un cercle de 22 pieds de diamètre, dont toute l'aire est sur le plein du mur. Ces gros piliers étant entièrement dans l'intérieur du bâtiment, sont protégés contre les variations de la température par les murailles extérieures de l'église, et l'intérieur de celle-ci conserve une température presque constante de l'été à l'hiver.

Nous avons cru qu'on ne pouvait mieux placer notre observatoire que sur ces piliers, qui présentent pour cet établissement tout ce qu'on peut trouver de plus commode dans le centre d'une ville. L'équatorial de Merz y occupera le sommet d'un pilier ; le second pilier sera destiné au cercle méridien, le troisième à l'équatorial de Cauchoix, qui sera destiné à des recherches physiques, et le quatrième restera vide pour le moment. Il y aura dans l'établissement un appartement destiné aux études des astronomes, et avec le temps on pourra y être aussi bien que dans tout autre observatoire moderne.

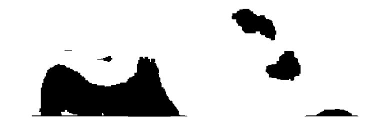
« ... Le pape Pie IX ayant déjà doté l'observatoire *della Sapienza* d'un magnifique cercle-méridien d'Ertel, qui sera mis en activité à la fin de ce mois-ci, a bien voulu contribuer aussi à l'amélioration de l'observatoire du *Collége romain*. Ainsi on aura à Rome deux observatoires, et pendant que nous nous occuperons dans le nôtre des observations extra-méridiennes avec l'équatorial, on pourra s'occuper dans l'autre des points plus délicats, qui exigent des observations faites dans le plan du méridien. Notre cercle-méridien ne nous servira, désormais, que pour déterminer la position des étoiles auxquelles on comparera les planètes, surtout les petites. »

Dans une autre lettre du professeur Secchi, insérée dans le numéro de janvier 1853 des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, page 75, cet astronome exprime l'espérance

qu'avant l'été de cette année les principales parties du bâtiment de son nouvel observatoire seront prêtes. Il sera muni d'un dôme de 23 pieds de diamètre pour le grand équatorial, et d'une chambre elliptique de 20 pieds de longueur sur 16 de largeur, pour le cercle-méridien. Une petite lunette de passages, de 4 pieds de longueur focale, servira de collimateur pour ce dernier instrument; et, à l'aide d'un pied solide en fer fondu, elle pourra aussi être employée comme instrument portatif, ou être établie dans le premier vertical. Une description de ce nouvel observatoire sera publiée aussitôt qu'il sera entré en activité.

J'ai le regret de ne pouvoir offrir aux lecteurs de ces *Archives* des renseignements bien détaillés sur le nouvel observatoire érigé à Toulouse. Les suivants sont tirés d'une lettre de M. le professeur F. Petit, en date du 18 septembre 1852, insérée dans le nº 834 des *Astr. Nachr.*

« Le nouvel observatoire élevé à Toulouse, sous ma direction, était à peine terminé, que des infiltrations extrêmement compromettantes se manifestèrent sur les terrasses, et nécessitèrent un bouleversement presque complet dans les constructions. Aussi les recherches que j'y avais entreprises, dès 1847, durent-elles être forcément interrompues pendant plusieurs années. Après des efforts inouïs, je puis entrevoir, dans un avenir peu éloigné, la terminaison des travaux et l'installation définitive des grands instruments accordés à l'observatoire, sur la chaleureuse intervention de M. Arago, par le bureau des longitudes, par la ville de Toulouse, ou par le gouvernement. Les astronomes apprendront, sans doute, avec intérêt, que la métropole du midi de la France qui, depuis longtemps, ne possédait plus qu'un simulacre d'observatoire, va être enfin dotée d'un établissement astronomique de premier ordre, tant pour la solidité, les détails bien entendus des constructions, etc., que pour le nombre et la perfection des instruments. Le personnel sera encore bien insuffisant, puisque je m'y trouve seul; mais j'espère ne pas tarder également à le compléter, de manière à pouvoir entreprendre des observations suivies de planètes, d'étoiles, etc. »





Il a été déjà fait mention dans ce recueil de quelques-uns des travaux de M. Petit, relatifs à des calculs de trajectoires décrites dans l'espace céleste par des bolides, pendant leur très-courte apparition, lorsqu'elle a pu être constatée par des observateurs placés en divers points de la surface de la terre[1]. Cet astronome a continué à s'occuper de ce genre de recherches intéressantes et difficiles, et il a publié, soit dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des sciences de Paris du 27 septembre 1852, soit dans les n$^{os}$ 834 et 839 des *Astr. Nachr.*, le résultat de ses calculs, en ce qui concerne les bolides observés en France le 6 juillet 1850 et le 2 avril 1852.

Le premier de ces bolides a paru vers 9 heures du soir, en jetant un éclat assez vif pour illuminer fortement la campagne. Il a été observé à Toulouse et à Bordeaux pendant un peu moins d'une seconde. D'après les calculs de M. Petit, sa plus courte distance à la terre, au moment de son apparition à Bordeaux, était de 253 kilomètres, et celle au moment de sa disparition était de 127 $^1/_2$ kilomètres. Sa vitesse absolue était de 75 kil. par seconde, et son diamètre, qui a paru à M. Petit d'environ $^1/_6$ de celui de la lune, était en réalité de 215 mètres. Cet astronome croit que ce bolide, qui a brillé d'un très-vif éclat hors de notre atmosphère, a dû tomber vers le centre des Pyrénées, dans une contrée très-peu peuplée : mais il admet comme possible qu'il fût en partie gazeux. L'une et l'autre de ces circonstances pourraient expliquer pourquoi sa chute n'a pas été signalée. Il a dû décrire, vu sa grande vitesse, une orbite très-décidément hyperbolique, non-seulement autour de la terre, mais encore autour du soleil. « Ainsi, ajoute M. Petit, à moins que les autres corps de notre système solaire n'aient exercé sur ce bolide une action énorme avant son arrivée vers nous (ce qu'il est impossible de décider, vu l'incertitude que laissent les observations sur la valeur exacte de la vitesse du bolide et sur la position de la trajectoire, mais ce qui paraît fort peu probable), on peut conclure de ce qui précède avec quelque plausibilité, que ce bolide, comme d'autres dont j'ai déterminé la trajectoire, est un de

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, août 1847 et août 1850.

ces corps qui circulent dans l'espace en allant d'une étoile à l'autre. Son analyse chimique serait de nature à nous éclairer sur la *constitution matérielle* des régions stellaires, que la lumière elle-même, malgré sa prodigieuse rapidité, met des années entières à parcourir. »

Le bolide du 2 avril 1852 a été observé vers 6 $^3/_4$ heures du soir, pendant 3 à 4 secondes, soit à Toulouse par diverses personnes, soit à Marignac-Lasclares, à environ $^1/_3$ de degré au sud-ouest de Toulouse. D'après les calculs de M. Petit, ce bolide était beaucoup plus petit et plus rapproché de la terre que le précédent, et il avait une moins grande vitesse. Sa distance à la terre était seulement de 11 à 12 kilomètres, sa vitesse absolue d'environ 29 $^3/_4$ kil. et son diamètre de 32 mètres. Les valeurs des vitesses relative et absolue de ce bolide ont donné une trajectoire hyperbolique autour de la terre, et des éléments elliptiques pour l'orbite qu'il décrivait autour du soleil, non-seulement au moment où ce corps a été aperçu, mais encore avant que notre planète eût commencé à agir sur lui d'une manière sensible.

Le demi-grand axe de cette ellipse est de 0,713 en prenant pour unité la distance moyenne de la terre au soleil, l'excentricité est de 0,397 du demi-grand axe, l'inclinaison de l'orbite sur le plan de l'écliptique est de 32°58′, et le sens du mouvement est direct. La durée de la révolution du bolide autour du soleil, qui résulte de ces mêmes calculs, serait d'environ 219,7 jours, et se rapprocherait assez de celle de la planète Vénus.

« On ne peut guère espérer, ajoute à cette occasion M. Petit, tant que les observations sur les bolides resteront dans l'état d'imperfection où elles se trouvent aujourd'hui, d'obtenir des éléments exacts pour les trajectoires de ces corps. Néanmoins, dans le cas actuel, on peut présumer qu'ils ne sont pas très-éloignés de la vérité, et qu'ils donnent, par conséquent, au moins une idée des trajectoires parcourues autour du soleil par les corpuscules météoriques, dont l'influence sur les températures terrestres a été déjà rigoureusement constatée (du moins selon l'opinion de M. Petit, qui n'est pas encore, à ce que je crois, bien généralement adoptée). Les résultats que je viens d'indiquer auraient une importance évi-



dente si, au lieu de s'appliquer à un seul astéroïde périodique, ils pouvaient être étendus à un grand nombre de ces corps, surtout à ceux qui font partie des anneaux météoriques correspondant à des époques d'apparitions extraordinaires d'étoiles filantes. Car, alors, la position connue du périhélie, la valeur de l'excentricité, la durée de la révolution comparée à celle de la terre, etc., permettraient d'expliquer à coup sûr l'absence d'uniformité dans les apparitions annuelles, peut-être même de reconnaître et de prévoir, dans les phénomènes météorologiques, certains retours périodiques, séparés entre eux par des intervalles de plusieurs années. Malheureusement, les longues recherches que j'ai déjà depuis longtemps entreprises sur les astéroïdes du mois d'août, m'ont présenté jusqu'ici des difficultés véritablement rebutantes, occasionnées principalement par l'absence de signes bien caractéristiques, pour les diverses étoiles filantes qu'on observe simultanément dans des stations peu éloignées entre elles, à une époque où ces étoiles sont ordinairement fort nombreuses. Je ne désespère pas, cependant, de parvenir à placer au moins quelques jalons sur cette route, hérissée d'obstacles capables de décourager la ténacité la plus persévérante; et s'il ne m'est pas donné de la déblayer comme je le désirerais, j'ose espérer que les astronomes voudront bien, en faveur de mes efforts, accueillir avec quelque indulgence les résultats trop incomplets auxquels ces efforts peuvent atteindre. » A. G.

---

## PHYSIQUE.

34. — Sur un principe d'électrostatique reconnu par le Dr Palagi. Lettre de M. Volpicelli à M. Arago. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 13 juin 1853.)

M. Volpicelli commence sa lettre par une brève exposition des travaux antérieurs présentant une analogie avec le sujet dont il s'occupe. Il énonce ensuite l'opinion de M. Palagi que les corps se chargent d'électricité vitrée lorsqu'ils s'éloignent les uns des autres, et d'électricite résineuse lorsqu'ils se rapprochent. On a pu voir dans le dernier numéro des Archives (p. 286) le résumé des

expériences sur lesquelles ce principe est appuyé. M. Volpicelli ajoute :

« M. Palagi répéta ces expériences plusieurs fois et de plusieurs manières, d'abord à Bologne, puis à Florence, ensuite à Rome, où il voulut bien m'y faire prendre part.

« M'étant convaincu de la vérité du principe proclamé par M. Palagi et de la justesse de ses expériences, et voulant confirmer moi-même le tout, je reconnus que, dans les mouvements necessaires pour éloigner ou pour rapprocher un corps isolé d'un autre corps non isolé, il y avait développement d'une tension électrique provenant uniquement de l'expérimentateur, isolé lui aussi. Par suite de l'intervention de cette électricité nouvelle, il arrivait quelquefois que les manifestations de l'électroscope étaient ou toutes deux dans le même sens, ou bien que l'une des deux était nulle ou très-faible et à peine sensible. Ainsi, par exemple, dans le cas de développement d'électricité positive par le frottement des habits, et en même temps d'électricité négative par le rapprochement du corps isolé d'un autre corps non isolé, si la première surpassait ou était égale, ou bien peu inférieure à la seconde, l'indication électroscopique était ou positive, comme elle eût dû l'être si un éloignement avait eu lieu, ou bien nulle, comme si aucun changement de lieu ne se fût opéré, ou enfin assez faiblement négative.

« Par là je fus conduit à reconnaître pourquoi le phénomène était notablement moins sensible dans un lieu fermé que dans un lieu ouvert et élevé. En effet, le principe de M. Palagi se manifeste peu dans le premier cas par suite de l'influence des corps environnant le corps mis en mouvement sur lequel on expérimente; tandis que, dans le second cas, le même principe produit des indications assez sensibles par le manque d'influence indiqué. Or la cause perturbatrice du phénomène, c'est-à-dire l'électricité produite par l'expérimentateur existant dans les deux cas, il s'ensuit que les indications électroscopiques, dues au principe, seront bien plus exposées à être neutralisées par celles qui sont dues à la cause perturbatrice quand on expérimente dans un endroit fermé, que quand on expérimente dans un endroit ouvert.

« Pour faire disparaître cette difficulté et obtenir de pouvoir facilement reconnaître le principe en expérimentant même dans un cabinet, je reproduisis les rapprochements et les éloignements dans le vide. Je pris à cette fin un tube de verre, long d'environ $1^m,50$, et l'ayant privé d'air, je fis qu'un corps quelconque fut placé dans l'intérieur de ce tube, et que la base métallique de celui-ci communiquât avec l'électroscope. Les choses étant ainsi disposées, il en résultait l'élimination de toute cause perturbatrice provenant de l'électricité atmosphérique et de celle procédant de l'opérateur. On vit alors le principe dont il s'agit se manifester constamment et d'une manière marquée, quoique l'opération se fît en lieu clos. On vit même que les corps, bons ou mauvais conducteurs, obéissaient indistinctement au principe indiqué.

« Afin d'obtenir ensuite de plus grandes manifestations d'électricité en opérant dans un lieu ouvert, je fis construire un appareil dans lequel une tige longue environ de $1^m,5$ terminée à son extrémité inférieure par un globe d'environ $0^m,2$, le tout recouvert d'une lame d'étain, put tourner autour d'un axe horizontal de verre et isolant parfaitement. Plaçant ensuite en communication au moyen d'un ruban de cuivre l'axe et le globe, avec l'électroscope, je vis le principe de M. Palagi se vérifier toujours exactement, mais d'une manière bien plus prononcée. Je pris ensuite un électromètre condensateur de Volta, et, le tenant en communication avec la tige dans chacune de ses demi-rotations ascendantes, j'accumulai avec quatre seulement de ces rotations assez d'électricité pour faire diverger les paillettes de l'électromètre, jusqu'à leur faire toucher les parois intérieures du récipient de verre dans lequel elles sont placées. En ce cas, l'électricité accumulée était positive conformément au principe, parce que le globe avec la tige dans chaque demi-rotation ascendante s'éloignait du sol. Je recueillis aussi l'électricité développée par la tige terminée en globe, dans chacune de ses demi-rotations descendantes, et j'obtins une divergence également grande pour un nombre égal de demi-rotations ; en ce cas, l'électricité fut trouvée négative parce que la tige ainsi que le globe, dans chacune de ses demi-rotations descendantes, s'approchait du sol.



« J'obtins avec le même instrument la charge tant positive que négative du carré magique et de la bouteille de Leyde.

« Ce principe électrostatique de M. Palagi étant mis de cette manière dans une parfaite évidence, il reste à l'examiner dans ses lois, c'est-à-dire par rapport à la vitesse et à la nature des mouvements, aux distances, aux surfaces, aux masses, à la forme et à la nature des corps ; il y aura aussi à rechercher la cause du principe lui-même, à examiner, par exemple, si elle ne consisterait pas dans la perturbation de l'équilibre de l'éther par le rapprochement et l'éloignement mutuel des corps? Si l'on réfléchit que l'électricité et le calorique, selon les doctrines modernes de la mécanique moléculaire, sont considérés comme des modifications statiques et dynamiques de l'éther environnant les molécules pondérables, n'aurait-on pas un plausible appui pour indiquer la cause du principe que nous avons référé? Ce qui est certain, c'est que dans les expériences dont il vient d'être parlé, on trouve une autre origine d'électricité entièrement indépendante de l'action chimique. »

35. — RECHERCHES SUR LES CHALEURS SPÉCIFIQUES ET LES CHALEURS LATENTES, par MM. FAVRE et SILBERMANN. (*Annales de Chimie et de Phys.*, avril 1853, p. 461.)

MM. Favre et Silbermann ont trouvé, au moyen de leur calorimètre à mercure, les valeurs suivantes :

| Noms des corps. | Chaleur spécifique. | Chaleur latente. |
|---|---|---|
| *Bicarbure d'hydrogène* bouillant de 200° à 210° provenant de l'alcool amylique. | 0,489 | 59,91 |
| *Bicarbure d'hydrogène* bouillant de 240° à 260° provenant de l'alcool amylique. | 0,496 | 59,71 |
| *Esprit de bois* | 0,671 | 263,86 |
| *Alcool vinique* | 0,644 | 208,92 |
| *Alcool amylique* | 0,587 | 121,37 |
| *Ether sulfurique* | 0,503 | 91,11 |
| *Ether acétique* | 0,483 | 105,80 |
| *Essence de térébenthine* | 0,467 | 68,73 |
| *Acide sulfureux* | | 94,56 |

L. S.

36. — CONDENSATION DES GAZ PAR LES CORPS POREUX, par MM. FAVRE et SILBERMANN. (*Annales de Chimie et de Phys.*, avril 1853, p. 471.)

M. Mitscherlich avait cherché à déterminer par le calcul l'état auquel l'acide carbonique devait se trouver dans les pores du charbon après l'absorption du gaz. Il était arrivé à cette conclusion qu'un tiers au moins du gaz carbonique condensé doit être à l'état liquide à la surface des cellules, et que cette couche liquide ne possède pas une épaisseur supérieure à 54 millionièmes de millimètre, répartie sur toute la surface absorbante. La couche serait plus épaisse pour d'autres gaz plus facilement absorbables et plus facilement liquéfiables.

Il était intéressant de connaître la chaleur dégagée par cette condensation : on pouvait espérer d'obtenir quelques données ou quelques aperçus probables sur les nombres qui expriment la chaleur latente de liquéfaction de quelques gaz qu'il serait difficile de déterminer directement.

MM. Favre et Silbermann ont trouvé que un gramme de gaz condensé par le charbon dégage :

| | | |
|---|---|---|
| Acide chlorhydrique.. | 232,5 | unités de chaleurs. |
| Acide sulfureux ..... | 139,9 | |
| Acide carbonique .... | 129,6 | |

Un gramme de charbon absorbe en volume :

| | |
|---|---|
| | cc. |
| Acide chlorhydrique.... | 69,2 |
| Acide sulfureux ....... | 83,2 |
| Acide carbonique ...... | 45,2 |

En comparant la chaleur dégagée par la condensation de l'acide sulfureux avec la chaleur de vaporisation, on trouve que la première dépasse la seconde de 45,34 unités. Cette différence est tellement considérable qu'elle pourrait peut-être comprendre la chaleur latente de solidification de l'acide sulfureux ; en sorte qu'il ne serait pas impossible que ce gaz fût fixé au même état que les matières

colorantes ou certains sels que le charbon a la propriété d'enlever à l'eau.

En admettant que l'acide sulfureux mouille à l'état liquide les pores du charbon, l'expérience conduit à faire dans la chaleur dégagée une part qui serait due à l'affinité du charbon pour le produit liquéfié.

Ces expériences ne montrent pas un rapport entre le pouvoir de condensation du charbon et la solubilité des gaz dans l'eau.

L. S.

## CHIMIE.

37. — Recherches sur les amides, par MM. Ch. Gerhardt et L. Chiozza. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 18 juillet 1853.)

Dans mon travail sur les acides anhydres, dont les résultats ont été récemment exposés à l'Académie, j'ai avancé que la majorité des composés organiques, aujourd'hui bien étudiés, peut être dérivée d'un très-petit nombre de types appartenant à la chimie minérale, tels que l'eau, l'acide chlorhydrique, l'ammoniaque, etc. Considérés au point de vue de la *série*, les termes dérivés de chacun de ces types n'ont pas des propriétés identiques, mais leurs propriétés sont en progression, de manière à être d'autant plus différentes qu'il existe un plus grand intervalle entre les places occupées dans la série par les termes soumis à la comparaison. Dans cet ordre d'idées, un même type comprend donc à la fois des acides, des bases et des corps neutres : les acides sont placés à l'une des extrémités de la série, les bases sont placées à l'extrémité opposée, et les corps neutres, formant la transition entre les deux côtés extrêmes, se trouvent au centre.

Si, pour abréger le langage, on désigne ces deux côtés extrêmes par les mots *positif* et *négatif*, on peut dire qu'il y a des groupes ou des radicaux organiques, comme le méthyle, l'éthyle, le phényle, qui, étant substitués à l'hydrogène des types précédents, produisent des dérivés positifs, c'est-à dire des corps plus ou moins



semblables aux bases, tandis que d'autres groupes ou radicaux, comme l'acétyle, le benzoïle, le cumyle, donnent naissance, par une semblable substitution, à des dérivés négatifs, c'est-à-dire à des corps plus ou moins semblables aux acides. Ce point me semble parfaitement démontré aujourd'hui pour les dérivés du type eau ou oxyde, comprenant les alcools, les éthers, les acides hydratés et les acides anhydres; il n'est pas moins évident pour les dérivés du type acide chlorhydrique qui correspondent à ces différents oxydes organiques.

Quant aux dérivés du type ammoniaque, les chimistes, préoccupés sans doute de la constance des caractères chimiques dans les dérivés d'un même type, les chimistes n'ont encore rapporté à l'ammoniaque que des corps ayant des propriétés manifestement alcalines. Sous ce dernier rapport, les belles recherches de M. Hofmann ont enrichi la science d'un nombre considérable de composés; mais ceux-ci n'occupent évidemment que l'un des côtés extrêmes de la série, c'est-à-dire l'extrémité positive, déjà occupée par l'alcool et l'éther, ou, en général, par les oxydes organiques semblables aux bases, et renfermant les mêmes radicaux que ces ammoniaques alcalines.

Or si, comme je l'admets, les propriétés des dérivés d'un même type, au lieu d'être constantes, sont sériées, il devait aussi exister des ammoniaques placées à l'extrémité négative, du même côté que les acides hydratés et les acides anhydres; en d'autres termes, les mêmes groupes ou radicaux qui, en se substituant à 1 ou à 2 atomes d'hydrogène de l'eau, donnent les acides hydratés et les acides anhydres, devaient aussi pouvoir être substitués à 1, 2 ou 3 atomes d'hydrogène de l'ammoniaque pour produire ainsi des ammoniaques neutres et des ammoniaques plus ou moins acides. A ce point de vue, les *amides*, aujourd'hui connues, des acides monobasiques, réalisaient déjà pour moi la substitution du premier atome d'hydrogène de l'ammoniaque par un groupe acidificateur (benzoïle, acétyle, cumyle). On sait, en effet, que ces amides sont des acides faibles, susceptibles d'échanger un atome d'hydrogène pour du mercure, de l'argent, etc.; mais il restait encore, pour compléter la démonstra-

tion, à effectuer les mêmes substitutions sur les deux autres atomes d'hydrogène de l'ammoniaque.

C'est ce que nous avons tenté de faire, M. Chiozza et moi, par les expériences dont nous allons rendre compte.

Au début de ce travail, un point essentiel réclamait notre attention : c'est la préparation des amides nécessaires à nos recherches, préparation souvent assez pénible et longue par les procédés usuels. Nous remplaçons ceux-ci par une méthode très-simple et d'une exécution très-rapide : elle consiste à traiter directement le carbonate d'ammoniaque solide du commerce par les chlorures correspondant aux acides dont il s'agit de faire les amides.

Les amides qui se produisent ainsi, et que nous appellerons *amides primaires*, représentent une molécule d'ammoniaque dans laquelle un atome d'hydrogène est remplacé par les radicaux négatifs benzoïle, amyle, acétyle, salicyle, sulfophényle, etc. :

$$N\left\{\begin{matrix}C^7H^5O\\ H\\ H\end{matrix}\right\},\quad N\left\{\begin{matrix}C^7H^5O^2\\ H\\ H\end{matrix}\right\},\quad N\left\{\begin{matrix}C^2H^3O\\ H\\ H\end{matrix}\right\},\quad N\left\{\begin{matrix}C^6H^5SO^2\\ H\\ H\end{matrix}\right\},\quad N\left\{\begin{matrix}C^{10}H^{11}O\\ H\\ H\end{matrix}\right\}.$$

Benzoïlamide. Salicylamide. Acétylamide. Sulfophénylamide. Cumylamide.

Pour produire avec les corps précédents des *amides secondaires*, c'est-à-dire des amides représentant une molécule d'ammoniaque dans laquelle 2 atômes d'hydrogène sont remplacés par des radicaux négatifs, nous chauffons les amides primaires avec une proportion équivalente de chlorure de benzoïle, de cumyle, de sulfophényle, etc. ; on voit alors se dégager d'abondantes vapeurs d'acide chlorhydrique, et l'on a pour résidu l'amide secondaire cherchée. Ces opérations ont besoin d'être faites à une température déterminée ; car, si l'on chauffe trop fort, certaines amides éprouvent volontiers une réaction secondaire ayant pour résultat la formation de nitriles (éthers cyanhydriques).

Quant aux *ammoniaques tertiaires*, représentant une molécule d'ammoniaque dont les 3 atomes d'hydrogène sont remplacés par des groupes négatifs, leur préparation est généralement plus aisée que la préparation des amides secondaires ; car celles-ci, ayant

des caractères acides bien plus tranchés que ceux des amides primaires, donnent plus facilement des sels métalliques, lesquels sont déjà attaqués à froid par les chlorures de benzoïle, de cumyle, d'acétyle, etc.

C'est donc encore par voie de double décomposition que nous produisons nos nouvelles amides, c'est-à-dire par la même réaction qui engendre les éthers, les alcalis et les acides anhydres.

Parmi les composés nouveaux que nous avons ainsi obtenus, nous citerons :

La *benzoïlsalicylamide*.

$$N \left\{ \begin{matrix} C^7H^5O^2 \\ C^7H^5O \\ H \end{matrix} \right\},$$

substance cristallisée en aiguilles extrêmement ténues, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, fort solubles dans les alcalis ; sa solution alcoolique rougit le tournesol Elle donne aisément des sels avec l'argent, le plomb, le cuivre, etc.

La *cumylsalicylamide*

$$N \left\{ \begin{matrix} C^7H^5O^2 \\ C^{10}H^{11}O \\ H \end{matrix} \right\},$$

est semblable à l'amide précédente.

La *benzoïlsulfophénylamide*

$$N \left\{ \begin{matrix} C^6H^5SO^2 \\ C^7H^5O \\ H \end{matrix} \right\},$$

cristallise en belles aiguilles aplaties, fort acides, peu solubles dans l'eau, fort solubles dans les alcalis, et donne aisément des sels avec les bases.

Le sel d'argent, ou *argentbenzoïlsulfophénylamide*

$$N \left\{ \begin{matrix} C^6H^5SO^2 \\ C^7H^5O \\ Ag \end{matrix} \right\},$$

s'obtient en belles aiguilles incolores, solubles dans l'eau bouillante.

La *dibenzoïlsulfophénylamide*

$$N \left\{ \begin{matrix} C^6H^5SO^2 \\ C^7H^5O \\ C^6H^5O \end{matrix} \right\},$$

cristallise dans l'éther en magnifiques prismes raccourcis, portant les faces de l'octaèdre, et de l'éclat du diamant. Ce composé est à la benzoïlsulfophénylamide ce que l'acide benzoïque anhydre est à l'acide benzoïque hydraté.

La *cumylbenzoïlsulfophénylamide*

$$N \left\{ \begin{matrix} C^6\,H^5\,SO^2 \\ C^7\,H^5\,O \\ C^{10}H^{11}O \end{matrix} \right\},$$

cristallise en prismes enchevêtrés.

La *dibenzoïlphénylamide* (dibenzanilide)

$$N \left\{ \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^7H^5O \\ C^7H^5O \end{matrix} \right\},$$

forme de belles aiguilles brillantes, peu solubles dans l'alcool froid.

Nous sommes occupés en ce moment de l'étude des composés précédents, ainsi que de plusieurs autres corps semblables. Le nombre des acides organiques qui donnent des chlorures et des acides anhydres étant extrêmement grand, on peut varier presque à l'infini les substitutions par les radicaux négatifs, et produire ainsi une quantité prodigieuse de corps nouveaux. Nul doute que beaucoup d'acides azotés contenus dans les plantes ne présentent une constitution semblable à celle des corps que nous venons de faire connaître.

Dans une prochaine communication, nous parlerons des diamides, des acides amidés et des hydramides.

---



## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

38. — SUR LES TERRAINS FLUVIO-MARINS DE L'ÎLE DE WIGHT, par le prof. E. FORBES. (*Soc. géol. de Londres*, 4 mai 1853.)

La plus grande partie de l'île de Wight, au nord de la grande ligne de la craie, a été considérée jusqu'ici comme étant composée de couches éocènes d'eau douce formées dans un estuaire et de l'âge de celles qui constituent la colline de Headon. Deux géologues seulement ont soutenu l'existence de roches plus récentes que l'éocène. M. Prestwich a dit avec raison que les couches de la colline de Hampstead, près de Yarmouth, sont supérieures à celles de Headon, et M. Hébert a avancé sans raisons suffisantes la même chose pour les couches de la baie de Colwell. Le premier a de plus soutenu que les couches des collines des Headon sont du même âge que le calcaire grossier supérieur du bassin de Paris et ne sont pas plus récentes.

L'auteur de ce mémoire pense, contrairement aux opinions reçues, que presque toute la surface de l'île au nord de la craie est formée de couches plus élevées dans les séries que les couches de Headon, et qu'elles tiennent le milieu entre ces dernières et celles de la colline de Hampstead. Il croit que tous les calcaires, excepté celui de la colline de Headon même, appartiennent au système des couches supérieures. Il y a deux systèmes d'ondulations dans ces couches ainsi que dans toutes les couches tertiaires, l'un est parallèle et l'autre est à angle droit avec la ligne de la craie qui est également affectée par ces deux ondulations.

Les portions fluvio-marines des couches de la baie de Whitecliff ne sont pas équivalentes à celles de la colline de Headon, comme on l'a soutenu jusqu'ici, mais elles renferment deux cents pieds de couches plus élevées; au-dessus et au-dessous de la série de Headon, il y a deux si ce n'est trois séries de couches caractérisées par des fossiles particuliers. Quoi qu'il y ait des preuves suffisantes pour montrer que les deux séries supérieures correspondent au miocène inférieur des auteurs étrangers, on peut également démontrer qu'elles appartiennent toutes au système éocène.

L'auteur propose la classification suivante pour les terrains tertiaires fluvio-marins des bords du Solent :

1° *La série de Hampstead*, épaisse de deux cent soixante et dix pieds, composée de marnes et d'argiles dont la plupart sont marines. Cette division, dont l'étendue superficielle n'est pas grande, est l'équivalent des couches du Limbourg en Belgique, d'une partie du bassin de Mayence, et des grès de Fontainebleau. On peut rapporter au niveau moyen et aux parties inférieures de cette série les couches que l'on nomme miocènes à Malte, et les couches correspondantes de Grèce, de Barbarie, d'Italie, d'Espagne, de Portugal et de France.

La différence des restes des vertébrés contenus dans ces couches, d'avec ceux de Binstead et de Hordwell, a été indiquée depuis plusieurs années par la marquise de Hastings.

2° *La série de Bembridge*, épaisse d'environ cent trente pieds, se composant de marnes estuarriennes, de couches marines et de calcaires d'eau douce (ceux de Bembridge, Siome, Binstead, etc.) abondants en fossiles spéciaux et formant presque tout le bord septentrional de l'île de Wight. Ce groupe est l'équivalent de la série gypseuse du bassin de Paris.

3° *Les couches de Ste-Hélène*, épaisses de soixante à cent pieds, variées dans leur composition et déposées soit dans l'eau douce, soit dans un estuaire. Elles fournissent près de Ryde de la bonne pierre à bâtir. Ces couches, qui représentent peut-être en partie le grès de Beauchamps, séparent celles de Bembridge de celles qui forment la quatrième division, savoir de la série de Headon. Elle se compose de couches épaisses au moins de cent soixante et dix pieds, formant trois divisions reconnues depuis longtemps pour être le terrain d'eau douce supérieur, le terrain marin moyen, et le terrain d'eau douce inférieur. Les couches fluvio-marines de Hordwell appartiennent à une partie de cette division.

L'on comprend que les conclusions de ce mémoire sont destinées à modifier notablement la classification des terrains tertiaires, et surtout la limite placée entre les terrains éocène et miocène.

---







39. — SUR LE DISTRICT GRANITIQUE D'INVERARY EN ECOSSE, par le duc d'ARGYLE. (*Soc. géol. de Londres*, 6 avril 1853.)

Le sol du district compris entre les deux grandes vallées du Loch Fyne et du Loch Awe, est formé de micaschiste et de granit porphyroïde. Ces roches se suivent en grandes masses semblables à des couches, alternant entre elles et sans discordance, dirigées du N.-E. au S.-O. et plongeant au N.-O. contre le Loch Awe. Il résulte de la position relative de ces deux roches, qu'entre la chaîne principale du district (formée par le micaschiste) et le Loch Fyne, il se trouve une série de chaînes plus basses qui, en général, vont en diminuant de hauteur en s'approchant du Loch. Le sommet de ces chaînes est formé par un couronnement granitique, tandis que le micaschiste forme le flanc des montagnes et les vallées intermédiaires. On trouve des fragments de micaschiste enveloppés dans le granit, et une veine de cette roche traverse les couches des schistes qui reposent sur elle, ce qui démontre que le granit a été injecté, et que cette injection a eu lieu dans le temps où le micaschiste avait déjà pris le caractère métamorphique qu'il possède encore. En admettant l'origine sédimentaire du micaschiste et par conséquent son horizontalité originaire, il est intéressant de savoir comment ces schistes ont pu prendre une position si fortement inclinée, et comment d'aussi grandes masses de roches ignées ont pu s'interposer dans leurs couches sans interrompre ni la direction, ni cette concordance de leur inclinaison; qui donne à ces formations ignées et aqueuses ce caractère remarquable de contemporanéité.

Pour rendre compte de la cause de cet arrangement, l'auteur suggère l'idée qu'une cause de bouleversement, qui était peut-être en rapport avec le soulèvement granitique du Ben Cruachan au nord, a produit une rupture et une chute intérieure des couches de micaschiste, suivant une ligne qui aurait eu une grande étendue dans ce pays. Ce mouvement aurait à la fois séparé les surfaces adhérentes des schistes, et déterminé le soulèvement du granit fondu dans lequel les schistes se seraient enfoncés.

40.—Sur la géologie de Busaco (Portugal), par MM. Senhor C. Ribiero et Sharpe. (*Soc. géol. de Londres*, 6 avril 1853.)

La Sierra de Busaco, située à environ vingt milles au N.-O. de Coimbre, est formée d'une chaîne de roches siluriennes qui s'étend à douze milles du côté du sud en traversant la rivière Mondego. Les deux divisions inférieures des roches sont siluriennes inférieures. La division la plus basse est formée d'ardoises noires et dures contenant des trilobites, des brachiopodes, etc., beaucoup d'espèces connues et beaucoup d'espèces nouvelles. La division suivante est formée de grès, souvent ferrugineux, contenant quelques espèces trouvées dans les couches inférieures et beaucoup de coraux. La troisième division consiste en schistes d'un bleu clair, remplis de fossiles assez mal conservés. Le *cardiola interrupta* est le plus abondant, et fixe l'âge de ces couches comme étant contemporaines des couches de Wenlock. Plusieurs éruptions dioritiques ont dérangé ces chaînes et ont altéré les roches voisines. Ces formations siluriennes sont recouvertes d'une manière concordante, du côté de l'ouest, par des dépôts de grès et de schistes argileux de la période carbonifère, remplis de fossiles identiques à ceux d'Angleterre et de France; ils ont été examinés par M. Bunbury. Les recherches qui ont été faites dans ces couches pour la houille n'ont amené jusqu'à présent aucun résultat satisfaisant; le charbon n'a été trouvé qu'en très-petite quantité. Le côté occidental de ce dépôt est recouvert par un grès rouge qui est concordant. M. Senhor Ribiero le considère comme appartenant au nouveau grès rouge, et comme étant la continuation du grès rouge de Coimbre, décrit par M. Sharpe dans son travail sur les roches secondaires du Portugal. A l'exception de ce côté, les dépôts carbonifères et siluriens sont entourés par des schistes plus anciens et des schistes cristallins qui présentent en général une direction N.-N.-O.



## BOTANIQUE.

40. — NOTE SUR L'EXISTENCE D'UNE ESPÈCE COMESTIBLE DE NOSTOC DANS LES RÉGIONS ARCTIQUES ET DANS LES MONTAGNES DE L'ASIE CENTRALE, présentée par le Dr J.-D. Hooker à la Société Linnéenne, d'après les observations de M. Berkeley. (Trad. du *Phytologist*, mars 1853.)

Au retour du capitaine Penny de son expédition aux régions arctiques, sir W. Hooker reçut de M. Sutherland une petite collection de plantes cryptogames, parmi lesquelles en était une ressemblant au Nostoc commun, qui avait été trouvée en abondance sur des glaces flottantes et fixes dans le canal Wellington, et qui formait la seule substance végétale de quelque valeur sur une étendue de plusieurs lieues carrées, offrant aussi un abri aux *Poduræ* et à d'autres crustacés ou insectes. Dans le voisinage de l'île Cornwallis (lat. 75° N., long. 95° O.), elle était si abondante qu'on put en faire usage pour la nourriture, et qu'on l'estima d'une valeur réelle en cas de disette extrême. M. Sutherland ajoutait qu'il en avait mangé des poignées, à diverses reprises, sans aucun inconvénient; et malgré la quantité de larves, de mouches et de cousins qui l'infectaient, avec des myriades de *Poduræ* mouvantes, il considéra cette substance comme beaucoup plus nourrissante et plus agréable que la *tripe de roche*, et peut-être non inférieure à la *mousse d'Islande*. Le Dr Hooker ayant montré les échantillons au Dr Thomson, celui-ci attira son attention sur une plante très-semblable qui se trouve en abondance dans le Thibet occidental, où elle flotte par masses sur les lacs et les étangs, dans des sols imprégnés de carbonate de soude, et dont il se forme des amas sur les bords quand le vent l'accumule. On la rencontre jusqu'à l'élévation de 17,000 pieds ; elle est d'une couleur verte ou pourpre pâle, et le Dr Hooker crut qu'elle appartenait aussi au Nostoc commun. Des échantillons des deux substances furent envoyés à M. Berkeley, qui communiqua les remarques suivantes.

Il dit d'abord n'avoir pas pu trouver une analyse des principes



constituants du Nostoc. Les conditions chimiques des espèces qu'il avait examinées, traitées par l'iode et l'acide sulfurique, paraissent varier, non-seulement selon les espèces, mais encore d'un individu à l'autre, et même dans diverses parties du même individu. Quelquefois la matière gélatineuse et les séries de spores prennent une teinte plus ou moins foncée de violet, indiquant plutôt de la bassorine. Il n'y a pas de teinte pourpre quand l'iode seul est employé, et le changement ne peut pas, par conséquent, être attribué à la présence de la fécule. Dans des échantillons frais de Nostoc, les spores ont une belle couleur verte, due probablement à une teinte combinée de la protéine jaune des cellules, et de la cellulose bleue dont la cloison est formée. Dans les échantillons arctiques et dans le Nostoc anglais ordinaire la teinte de bassorine prévaut, tandis que dans ceux du Thibet (probablement Nostoc salsum Kütz.) recueillis par le Dr Thomson dans les flaques d'eau, avec efflorescence de carbonate de soude, la cellulose est indiquée, mais avec toutes les teintes intèrmédiaires. M. Berkeley a trouvé cependant que sur les fibres ligneuses, blanchies par de l'eau salée, il se produit une teinte pourpre plus foncée que sur celles qui ont été blanchies à l'eau de pluie, de sorte qu'on peut attribuer une partie du phénomène à la localité de la plante du Thibet. Dans le Nostoc édule, la teinte brune-jaune est plus forte que dans aucun autre échantillon examiné, mais il est à peine probable qu'une différence chimique soit constante d'une espèce à l'autre. Dans les deux cas il y aurait une nourriture substantielle, facilement assimilable à cause de sa nature gélatineuse. L'aspect de l'espèce arctique est exactement celui du Nostoc commun, et M. Berkeley n'hésiterait pas à la regarder comme identique, s'il n'y avait d'autres différences qu'une augmentation de grandeur des fils de spores ; mais dans certaines parties des frondes, les filaments sont entourés d'une enveloppe gélatineuse, assez analogue d'apparence à du frai de grenouille, et qui est très-visible dans une section transversale. Plus tard, lorsque les filaments sont près de se désarticuler, on ne découvre plus de trace de cette enveloppe et la plante montre alors les vrais caractères du Nostoc. Il paraît, d'après les observa-



tions de Thuret, qu'à l'époque où les filaments de Nostoc sont produits, il existe une enveloppe pareille, mais autant qu'on le sait jusqu'à présent, ce ne serait que dans le premier âge ; et par conséquent si le genre Hormosiphon est conservé, l'espèce arctique doit être regardée comme lui appartenant, car aucune apparence pareille n'a été trouvée par M. Berkeley dans le *Nostoc commune* frais ou sec. Des observations plus étendues montreront peut-être que ce caractère n'a pas l'importance qui lui est attribuée par Kutzing. Toutefois M. Berkeley donne pour ses échantillons la phrase suivante :

*Hormosiphon arcticus*, foliaceo-plicatus, viridis vel fuscœscens, filis demum ( gelatinâ diffusâ ) liberis.

Fronde foliacée, diversement pliée, quelquefois contractée en une petite boule. Enveloppe gélatineuse évanescente ; cellules d'union d'abord solitaires, puis trois à trois ; filets ( qui sont à peu près deux fois de la grosseur de ceux du Nostoc commun) se rompant à l'endroit des cellules d'union de manière à former deux nouveaux filaments, chacun d'eux terminé par une seule grande cellule ; la cellule centrale devenant libre. M. Berkeley montre des figures de ces filaments et de leurs enveloppes.

A l'égard du Nostoc thibétin, M. Berkeley ajoute qu'une espèce, comme on sait, du même genre habite la Tartarie, et se consomme en quantité dans la Chine. Il en existe une boîte remplie, venant de M. Tradescant-Lay, dans le Muséum de la Société linnéenne, et M. Montagne en fait mention dans la Revue botanique (2, p. 247), pour avoir été donnée sous forme de soupe, à plusieurs des personnes de l'ambassade française, par le mandarin Huang de Macao. Ledit mandarin en parla comme d'une plante d'eau douce, venant en Tartarie dans des cours d'eau, et qui se vendait à Canton dans de petites boîtes. Les Chinois en font grand cas, et le prix en est peu élevé. M. Montagne pensa d'abord que c'était le N. cœruleum, mais des échantillons que M. Berkeley lui envoya montrèrent des différences, et elle fut publiée ensuite dans la Revue britannique sous le nom de Nostoc édule Berkeley et Montagne, et figurée par Kützing dans ses Tabulæ phytologicæ. Dans le Species algarum de cet auteur il

est dit que l'espèce a été recueillie par Gaudichaud, lequel est un grand voyageur, sans doute, mais n'a jamais été en Tartarie. Après quelques remarques sur les changements chimiques produits dans cette plante et dans le Nostoc commun, par l'iode et l'acide sulfurique, et une citation de Kützing (Grundzüge der Botan.) où il parle de ces plantes comme composées en grande partie de *gélacin* (substance analogue à la bassorine, dont elle est peut-être une modification), M. Berkeley termine en disant qu'une tranche mince de gomme adragant, traitée par l'iode et l'acide sulfurique, revêt au bout de quelque temps la même couleur que le Nostoc. Il croit, il est vrai, que la fécule existe souvent dans cette gomme, ce qui n'est probablement pas le cas dans le Nostoc; et il estime qu'on peut considérer la gelée du Nostoc comme un état de la bassorine passant à la cellulose ou dextrine.

---

41. — SCHLAGINTWEIT (Adolph); EINFLUSS DER HÖHE, ETC...... INFLUENCE DE L'ÉLÉVATION SUR L'ÉPAISSEUR DES COUCHES ANNUELLES DANS LES CONIFÈRES.

L'ouvrage si important de MM. H. et A. Schlagintweit sur les Alpes [1], dont notre journal a parlé déjà à diverses reprises [2], sous le rapport de la géographie physique, et dont la valeur pour la géographie botanique n'est pas moindre, contient des mesures assez nombreuses de mélèze (Larix), de sapin (Pinus Abies L.) et de Pinus cembra, ayant crû à des hauteurs différentes. On trouve dans les tableaux, et pour d'autres espèces, la confirmation du fait remarqué par MM. Bravais et Martins, pour le Pinus sylvestris, que l'élévation du sol entraîne ordinairement une croissance moins vigoureuse.

M. Schlagintweit a mesuré 26 mélèzes, dont le plus âgé avait 260 ans.

[1] Untersuchungen über die physicalische Geographie der Alpen, 1 vol. in-8°. Leipzig, 1850.

[2] En 1852, Archives, vol. XIX, p. 281; XX, p. 154; XXI, p. 337.

Neuf individus ayant vécu à la hauteur de 3 à 4000 pieds, ont offert des couches de 2,23 millimètres d'épaisseur ;

Sept, ayant vécu à la hauteur de 4 à 4500 pieds, des couches de 1,86 millimètres ;

Six, ayant vécu à la hauteur de 5 à 6000 pieds, des couches de 1,76 ;

Deux à 6000 pieds des couches de 1,17;

Deux à 6285 pieds, des couches de 0,52.

Un nombre de 27 sapins, dont le plus vieux avait 300 ans, ont offert des progressions analogues suivant la hauteur au-dessus de la mer. Les Pinus cembra étaient au nombre de dix seulement, et tous entre 5850 et 6120 pieds, de sorte que la loi ne pouvait pas se vérifier à leur égard. Le plus âgé avait 220 ans. Comme cette espèce est moins connue, nous noterons que sa croissance, en hauteur surtout, est fort lente, mais que l'âge de cent ans ne la diminue pas sensiblement. Ainsi deux individus ayant 198 et 220 ans, ont offert dans la première centaine d'années des couches annuelles de 1,2 et 0,7 millimètres d'épaisseur, puis dans la seconde centaine, de 1,4 et 1,0 millimètre.

L'auteur indique accessoirement, d'après des échantillons isolés, l'épaisseur des couches annuelles dans 31 espèces d'arbustes ou arbrisseaux croissant sur les Alpes, comme les Salix, Rhododendron, etc. Un Rhododendron ferrugineum de 70 ans, avait des couches de $0^{mm}$,07 d'épaisseur.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

### SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

### PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1858.

Le 4, halo solaire de 6 h. 30 m. à 7 h. du matin.

» 13, éclairs toute la soirée, averse à 9 h.

» 15, tonnerres et éclairs, de 4 h. 15 m. à 5 h. 45 m. du soir; l'orage passe du SO au NE.

» 18, à 7 h. 55 m. du soir, tonnerres et éclairs du côté de l'O.

» 20, à midi 30 m., superbe couronne solaire; à 2 h. halo solaire.

» 23, à 3 h. 15 m., couronne solaire.

» 25, de 9 h. à 10 h. du soir, éclairs au SE.

» 27, toute la soirée, éclairs de chaleur au NO par un ciel très-pur.

» 28, éclairs de chaleur au NO par un ciel pur.

» 29, le baromètre a présenté pendant toute la journée des variations très-brusques et très-irrégulières : ainsi, de 2 h. à 3 h., il a baissé de $1^{mm},35$, puis de 3 h. à 3 h. 40 m., il a remonté de $1^{mm},95$, pour rebaisser de nouveau; des seiches assez considérables ont été observées sur le lac le même jour. Dans l'après-midi, un orage très-violent a eu lieu; il a été précédé d'un coup de vent très-fort, la direction était de l'ONO à l'ESE. L'orage était dans sa plus grande intensité à 3 h. 40 m., la pluie tombait avec une très-grande force, mêlée de quelques grêlons. Le tonnerre a été entendu depuis 3 h. jusqu'à 4 h. 30 m.

Température du Rhône :

| | |
|---|---|
| 1re décade, | $+16°,55$ |
| 2me » | $+16°,20$ |
| 3me » | $+18°,32$ |
| Mois | $+17°,04$ |

Minimum, le 16 $+10°,0$. La veille, le 15 $+11°,20$.
Maximum, le 20 $+20°,70$.





## Genève. — Juillet 1858.

| Jours du mois. | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m. | Midi. | 4 h. du soir | 8 h. du soir | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h. d. s. | 8 h. d. s. | Minim. | Maxim. | FRACTION DE SATURATION. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | EAU dans les 24 h | VENT dominant. | Clarté moy. du Ciel. | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim | millim | millim | millim. | | | | | | | | | | | mm | | | mm |
| 1 | 724,00 | 725,32 | 725,98 | 725,58 | +16,7 | +16,0 | +11,8 | +13,2 | +11,7 | +21,5 | 0,89 | 0,69 | 0,99 | 0,88 | 19,9 | variab. | 0,98 | 59 |
| 2 | 728,58 | 729,47 | 730,80 | 732,31 | +12,6 | +15,6 | +13,2 | +12,2 | +10,2 | +17,6 | 0,69 | 0,60 | 0,69 | 0,81 | 2,3 | SO. 1 | 0,91 | 60 |
| 3 | 734,03 | 733,53 | 732,50 | 732,38 | +14,5 | +16,2 | +17,9 | +15,8 | + 9,3 | +18,9 | 0,78 | 0,85 | 0,52 | 0,70 | » | N. 1 | 0,22 | 62 |
| 4 | 732,25 | 731,14 | 729,87 | 729,89 | +14,3 | +18,0 | +19,8 | +18,3 | + 8,5 | +20,6 | 0,73 | 0,61 | 0,62 | 0,68 | » | N. 1 | 0,28 | 63 |
| 5 | 730,77 | 730,48 | 730,07 | 729,92 | +17,1 | +19,8 | +20,2 | +18,3 | +11,9 | +21,5 | 0,79 | 0,64 | 0,64 | 0,67 | » | N. 1 | 0,66 | 63 |
| 6 | 730,57 | 729,28 | 727,56 | 727,55 | +17,8 | +21,8 | +23,4 | +20,1 | +11,6 | +23,0 | 0,77 | 0,65 | 0,58 | 0,74 | » | N. 1 | 0,00 | 66 |
| 7 | 728,65 | 727,90 | 726,98 | 727,33 | +20,7 | +23,0 | +29,7 | +25,5 | +14,1 | +30,1 | 0,76 | 0,69 | 0,38 | 0,54 | » | SSO. 1 | 0,60 | 67 |
| 8 | 729,79 | 729,52 | 728,93 | 729,14 | +23,0 | +28,9 | +29,3 | +24,5 | +16,0 | +30,1 | 0,57 | 0,36 | 0,47 | 0,63 | » | S. 1 | 0,00 | 68 |
| 9 | 729,70 | 728,89 | 728,51 | 728,81 | +21,2 | +26,8 | +29,3 | +23,9 | +14,3 | +30,9 | 0,64 | 0,49 | 0,37 | 0,56 | » | SSO. 1 | 0,00 | 69 |
| 10 | 729,14 | 728,10 | 728,46 | 728,51 | +22,7 | +23,4 | +22,2 | +20,3 | +17,4 | +26,4 | 0,66 | 0,65 | 0,70 | 0,80 | 0,9 | SSO. 1 | 0,81 | 70 |
| 11 | 729,23 | 728,81 | 727,69 | 727,68 | +18,3 | +20,9 | +22,5 | +19,0 | +15,7 | +22,5 | 0,68 | 0,62 | 0,40 | 0,63 | » | NNE. 2 | 0,09 | 71 |
| 12 | 728,47 | 727,61 | 726,63 | 725,77 | +17,3 | +21,1 | +23,6 | +20,4 | +11,5 | +25,7 | 0,66 | 0,61 | 0,54 | 0,66 | » | N. 1 | 0,08 | 71 |
| 13 | 724,75 | 723,80 | 720,45 | 719,58 | +20,5 | +25,1 | +24,1 | +23,8 | +12,9 | +24,5 | 0,66 | 0,65 | 0,69 | 0,31 | » | N. 1 | 0,70 | 72 |
| 14 | 721,84 | 721,54 | 720,90 | 720,93 | +13,2 | +16,8 | +17,5 | +16,1 | +13,0 | +20,0 | 1,00 | 0,84 | 0,71 | 0,80 | 39,6 | variab. | 1,00 | 73 |
| 15 | 721,75 | 723,10 | 724,42 | 725,88 | +10,2 | +16,3 | +14,7 | +12,5 | +11,4 | +19,3 | 0,39 | 0,56 | 0,69 | 0,90 | 5,4 | SSO. 2 | 0,72 | 74 |
| 16 | 726,20 | 725,40 | 724,42 | 728,58 | +13,2 | +17,4 | +17,4 | +16,2 | + 8,1 | +21,8 | 0,87 | 0,69 | 0,68 | 0,81 | 1,6 | N. 1 | 0,62 | 75 |
| 17 | 731,18 | 730,21 | 728,62 | 728,97 | +16,4 | +18,1 | +18,2 | +18,0 | +11,0 | +20,2 | 0,76 | 0,78 | 0,65 | 0,71 | 1,1 | N. 1 | 0,31 | 76 |
| 18 | 730,04 | 729,01 | 728,85 | 729,77 | +18,6 | +20,8 | +20,6 | +18,2 | +14,0 | +22,6 | 0,81 | 0,63 | 0,68 | 0,81 | » | N. 1 | 0,79 | 77 |
| 19 | 729,83 | 729,15 | 728,64 | 729,08 | +16,6 | +20,2 | +21,2 | +15,8 | +13,8 | +22,2 | 0,64 | 0,48 | 0,40 | 0,61 | » | SSO. 1 | 0,51 | 77 |
| 20 | 728,50 | 727,67 | 726,46 | 725,94 | +15,8 | +18,4 | +19,6 | +17,2 | + 9,0 | +20,5 | 0,62 | 0,55 | 0,45 | 0,64 | » | N. 1 | 0,28 | 77 |
| 21 | 725,80 | 725,09 | 725,98 | 724,28 | +15,2 | +19,1 | +21,2 | +18,9 | + 9,4 | +21,9 | 0,70 | 0,61 | 0,58 | 0,68 | » | N. 1 | 0,12 | 77 |
| 22 | 725,47 | 725,31 | 725,29 | 726,31 | +18,8 | +24,7 | +25,3 | +21,5 | +12,1 | +26,5 | 0,69 | 0,42 | 0,41 | 0,32 | » | S. 1 | 0,44 | 77 |
| 23 | 728,89 | 729,10 | 728,16 | 727,86 | +21,4 | +24,6 | +25,8 | +22,2 | +17,8 | +27,1 | 0,65 | 0,49 | 0,46 | 0,67 | » | S. 1 | 0,60 | 77 |
| 24 | 728,22 | 726,92 | 725,86 | 725,64 | +20,0 | +28,2 | +29,0 | +23,2 | +15,0 | +29,5 | 0,79 | 0,49 | 0,37 | 0,63 | » | S. 1 | 0,26 | 77 |
| 25 | 725,50 | 725,58 | 725,86 | 726,70 | +21,6 | +27,1 | +26,4 | +21,9 | +14,7 | +28,0 | 0,68 | 0,56 | 0,49 | 0,63 | » | variab. | 0,77 | 76 |
| 26 | 728,41 | 727,76 | 727,34 | 727,79 | +19,8 | +22,4 | +24,0 | +21,2 | +14,7 | +24,1 | 0,73 | 0,65 | 0,54 | 0,77 | » | N. 1 | 0,20 | 76 |
| 27 | 729,34 | 728,86 | 727,16 | 726,94 | +20,1 | +23,0 | +23,1 | +22,1 | +13,8 | +24,6 | 0,72 | 0,66 | 0,62 | 0,71 | » | N. 1 | 0,08 | 76 |
| 28 | 727,00 | 726,28 | 725,22 | 725,89 | +22,9 | +30,8 | +30,6 | +25,5 | +15,6 | +31,6 | 0,69 | 0,54 | 0,34 | 0,42 | » | SSO. 1 | 0,06 | 77 |
| 29 | 729,09 | 729,23 | 729,14 | 729,07 | +17,5 | +19,4 | +12,3 | +14,5 | +11,5 | +24,4 | 0,88 | 0,77 | 1,00 | 0,92 | 16,4 | S. 1 | 0,74 | 77 |
| 30 | 729,14 | 727,77 | 727,55 | 727,90 | +16,2 | +25,7 | +24,0 | +18,5 | + 9,6 | +24,6 | 0,83 | 0,53 | 0,60 | 0,71 | » | SSO. 1 | 0,21 | 77 |
| 31 | 729,60 | 729,64 | 729,19 | 729,55 | +18,2 | +23,4 | +22,7 | +18,7 | +15,0 | +24,7 | 0,76 | 0,49 | 0,44 | 0,56 | » | N. 1 | 0,30 | 77 |

## Moyennes du mois de Juillet 1858.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Baromètre.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 729,54 | 729,75 | 729,69 | 729,46 | 729,26 | 728,97 | 728,82 | 729,14 | 729,82 |
| 2e » | 727,02 | 727,18 | 726,98 | 726,63 | 726,01 | 725,70 | 725,73 | 726,22 | 726,72 |
| 3e » | 727,69 | 727,86 | 727,68 | 727,41 | 726,99 | 726,78 | 726,68 | 727,10 | 727,57 |
| Mois... | 728,07 | 728,25 | 728,10 | 727,82 | 727,41 | 727,14 | 727,06 | 727,48 | 728,02 |
| | | | | *Température.* | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | +15,07 | +18,06 | +19,82 | +20,95 | +22,16 | +21,68 | +21,30 | +19,19 | +17,42 |
| 2e » | +14,32 | +16,61 | +17,79 | +19,31 | +20,57 | +19,92 | +19,36 | +17,72 | +16,17 |
| 3e » | +15,84 | +19,24 | +21,34 | +24,22 | +24,79 | +24,14 | +23,40 | +20,75 | +19,10 |
| Mois... | +15,10 | +18,01 | +19,70 | +21,58 | +22,58 | +21,95 | +21,42 | +19,27 | +17,61 |
| | | | | *Tension de la vapeur.* | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 10,99 | 11,32 | 10,52 | 11,38 | 11,21 | 11,17 | 11,56 | 11,58 | 11,24 |
| 2e » | 10,10 | 10,22 | 10,66 | 10,63 | 10,78 | 10,26 | 10,65 | 10,63 | 10,58 |
| 3e » | 11,64 | 12,41 | 12,73 | 12,04 | 12,09 | 11,58 | 11,84 | 11,82 | 11,47 |
| Mois.... | 10,93 | 11,35 | 11,35 | 11,37 | 11,36 | 11,02 | 11,37 | 11,36 | 11,11 |
| | | | | *Fraction de saturation.* | | | | | |
| 1re décade, | 0,85 | 0,73 | 0,61 | 0,62 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,70 | 0,76 |
| 2e » | 0,83 | 0,73 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,59 | 0,65 | 0,71 | 0,77 |
| 3e » | 0,87 | 0,74 | 0,67 | 0,54 | 0,52 | 0,53 | 0,56 | 0,66 | 0,71 |
| Mois . . | 0,85 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,57 | 0,57 | 0,61 | 0,69 | 0 74 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm | c |
| 1re décade, | +12,50 | +24,24 | 0,39 | 23,1 | 64,9 |
| 2e » | +12,02 | +21,73 | 0,51 | 45,7 | 74,3 |
| 3e » | +13,56 | +26,09 | 0,34 | 16,1 | 76,9 |
| Mois.... | +12,72 | +24,09 | 0,41 | 84,9 | 72,2 |

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,90 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 71°,7 O. et son intensité est égale à 16 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

## PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Juillet : 35mm, répartie comme suit:

| | mm |
|---|---|
| le 2 . . . . . . . | 25 |
| le 10 . . . . . . . | 10 |

Le 10, à 6 h. ½ du soir, on a entendu quelques coups de tonnerre dans la direction du N.

Le 18, de 6 h. à 7 h. ½ du soir, on a entendu le tonnerre au NO; il est tombé en même temps de la pluie et de la grêle.

La glace qui couvrait le lac a disparu dans la journée du 26; elle avait commencé de fondre au commencement du mois de juillet.

A la fin du mois de juillet, la neige occupe encore environ $^1/_{10}$ du sol autour de l'hospice.

Température du lac à un mètre de profondeur :

| | |
|---|---|
| Le 25, à 1 h. après midi. . | + 6°,1 |
| Le 30, » » » | + 9°,4 |



| Jours du mois | BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m. | Midi. | 4 h. s. | 8 h. s. | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m. | Midi. | 4 h d.s. | 8 h.d.s. | Minim. | Maxim. | HYGROMÈTRE. 8h.m. | Midi. | 4h.s. | 8h.s. | EAU dans les 24 h. | VENT dominant. | Clarté moy. du ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | | | | | | | | | | | mm | | |
| 1 | 566,42 | 565,70 | 564,71 | 564,93 | + 9,1 | +10,3 | + 6,8 | + 1,1 | + 0,7 | +11,4 | 86 | 80 | 84 | 81 | » | SO. 2 | 0,86 |
| 2 | 564,80 | 565,67 | 566,52 | 568,01 | − 1,0 | − 1,8 | − 2,0 | − 4,3 | − 5,2 | + 0,9 | 85 | 84 | 87 | 87 | 2,9 | NE. 1 | 0,96 |
| 3 | 570,12 | 570,44 | 570,94 | 571,35 | − 1,6 | + 2,9 | + 3,1 | − 2,7 | − 5,4 | + 3,5 | 86 | 86 | 80 | 82 | » | NE. 2 | 0,33 |
| 4 | 571,16 | 571,16 | 571,06 | 571,36 | + 7,6 | + 8,0 | + 7,8 | + 5,4 | + 0,3 | +10,1 | 61 | 65 | 69 | 77 | » | NE. 1 | 0,04 |
| 5 | 570,88 | 571,10 | 571,27 | 571,63 | + 7,7 | + 7,8 | + 7,5 | + 5,4 | + 3,1 | +10,5 | 74 | 71 | 73 | 72 | » | NE. 1 | 0,53 |
| 6 | 571,78 | 572,33 | 572,26 | 572,62 | + 8,2 | +10,7 | +12,7 | + 9,8 | + 4,0 | +14,6 | 76 | 75 | 76 | 76 | » | NE. 1 | 0,11 |
| 7 | 572,83 | 573,15 | 573,35 | 573,78 | + 9,8 | +14,0 | +15,0 | +10,6 | + 6,2 | +16,6 | 79 | 76 | 77 | 81 | » | SO. 1 | 0,09 |
| 8 | 574,00 | 574,40 | 574,46 | 574,91 | +10,0 | +15,7 | +15,6 | +12,7 | + 4,5 | +17,7 | 79 | 77 | 76 | 80 | » | SO. 1 | 0,10 |
| 9 | 574,59 | 574,27 | 573,97 | 573,92 | +11,0 | +14,7 | +14,8 | +12,4 | + 6,6 | +16,9 | 78 | 76 | 74 | 77 | » | NE. 2 | 0,23 |
| 10 | 572,58 | 572,15 | 571,67 | 570,80 | +11,7 | +14,2 | +14,0 | + 6,4 | + 4,3 | +17,1 | 78 | 77 | 70 | 79 | 1,3 | SO. 2 | 0,57 |
| 11 | 568,98 | 569,06 | 568,92 | 569,15 | + 3,8 | + 6,5 | + 6,2 | + 4,6 | + 2,3 | +10,9 | 88 | 79 | 81 | 86 | 2,6 | NE. 2 | 0,69 |
| 12 | 569,49 | 569,60 | 569,57 | 569,69 | + 8,0 | +10,7 | +10,3 | + 8,6 | + 3,5 | +13,5 | 74 | 75 | 77 | 82 | » | NE. 2 | 0,12 |
| 13 | 568,77 | 568,03 | 566,54 | 566,68 | + 7,2 | +10,8 | + 8,4 | + 5,7 | + 4,2 | +10,9 | 89 | 79 | 77 | 81 | 15,2 | SO. 1 | 0,89 |
| 14 | 563,08 | 562,88 | 562,62 | 562,68 | + 5,0 | + 4,7 | + 3,7 | + 4,0 | + 2,6 | + 8,5 | 88 | 87 | 91 | 90 | 4,5 | SO. 2 | 0,99 |
| 15 | 562,42 | 563,05 | 564,03 | 565,84 | + 4,3 | + 2,1 | + 5,6 | + 0,6 | − 0,9 | + 6,8 | 83 | 86 | 87 | 83 | » | SO. 1 | 0,54 |
| 16 | 567,29 | 567,64 | 568,31 | 568,88 | + 3,0 | + 6,0 | + 6,8 | + 5,3 | − 3,8 | + 8,5 | 75 | 82 | 85 | 86 | 1,5 | SO. 2 | 0,47 |
| 17 | 571,43 | 571,89 | 571,90 | 572,07 | + 6,5 | + 9,2 | + 8,8 | + 7,1 | + 2,5 | +12,0 | 90 | 84 | 83 | 86 | » | SO. 1 | 0,77 |
| 18 | 572,22 | 571,80 | 570,96 | 571,40 | + 8,0 | +12,0 | +11,4 | + 6,8 | + 3,0 | +13,8 | 82 | 79 | 80 | 85 | 4,3 | SO. 1 | 0,54 |
| 19 | 569,53 | 568,91 | 568,33 | 568,00 | + 8,0 | + 9,2 | + 7,2 | + 2,5 | + 1,7 | +10,0 | 74 | 74 | 76 | 78 | » | SO. 2 | 0,60 |
| 20 | 566,86 | 566,99 | 567,09 | 567,10 | − 2,0 | + 4,9 | + 4,0 | + 3,0 | − 3,7 | + 6,8 | 78 | 74 | 79 | 79 | » | NE. 2 | 0,43 |
| 21 | 566,45 | 566,78 | 566,60 | 566,92 | + 6,1 | +10,0 | + 8,1 | + 5,1 | + 0,6 | +11,0 | 81 | 79 | 76 | 81 | » | variab | 0,08 |
| 22 | 567,30 | 567,84 | 568,62 | 569,55 | + 7,1 | +11,7 | + 9,3 | + 7,3 | + 0,9 | +12,5 | 79 | 77 | 76 | 78 | » | variab. | 0,20 |
| 23 | 570,67 | 571,18 | 571,32 | 571,47 | + 8,0 | +11,7 | + 9,3 | + 8,1 | + 2,5 | +14,0 | 73 | 77 | 76 | 74 | » | NE. 1 | 0,49 |
| 24 | 571,20 | 571,26 | 570,84 | 570,95 | +11,8 | +12,8 | +13,6 | + 9,9 | + 6,6 | +13,3 | 76 | 74 | 72 | 74 | » | SO. 1 | 0,16 |
| 25 | 569,58 | 569,10 | 569,47 | 569,68 | + 7,5 | + 8,8 | + 6,2 | + 6,2 | + 5,0 | +11,7 | 78 | 77 | 81 | 82 | 5,9 | NE. 1 | 0,74 |
| 26 | 570,00 | 570,39 | 570,67 | 571,43 | + 7,0 | +12,1 | +10,4 | + 9,7 | + 4,0 | +13,7 | 72 | 77 | 80 | 82 | » | NE. 1 | 0,24 |
| 27 | 572,25 | 572,42 | 572,28 | 572,46 | + 8,4 | +12,5 | +12,4 | +10,3 | + 4,2 | +13,8 | 84 | 81 | 82 | 83 | » | SO. 2 | 0,30 |
| 28 | 572,72 | 572,83 | 572,08 | 572,34 | +10,9 | +12,9 | +13,4 | +11,5 | + 5,0 | +14,7 | 74 | 80 | 80 | 83 | » | SO. 1 | 0,51 |
| 29 | 570,27 | 571,00 | 569,36 | 569,67 | + 9,1 | + 3,5 | + 5,4 | + 2,5 | + 2,0 | +10,5 | 83 | 87 | 85 | 87 | 5,7 | NE. 2 | 0,89 |
| 30 | 569,66 | 569,57 | 569,87 | 570,10 | + 6,7 | +10,0 | + 8,9 | + 5,7 | − 0,5 | +10,5 | 74 | 80 | 80 | 85 | 2,6 | NE. 1 | 0,22 |
| 31 | 569,97 | 570,26 | 570,58 | 570,86 | + 6,6 | + 8,2 | + 7,9 | + 5,0 | + 0,9 | + 9,5 | 84 | 84 | 87 | 88 | » | NE. 2 | 0,66 |

## Moyennes du mois de Juillet 1852.

### Baromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade, | 570,69 | 570,92 | 571,01 | 571,04 | 570,98 | 571,02 | 571,12 | 571,33 | 571,49 |
| 2e » | 567,82 | 568,01 | 568,03 | 567,98 | 567,99 | 567,83 | 567,97 | 568,15 | 568,33 |
| 3e » | 569,83 | 570,01 | 570,17 | 570,24 | 570,27 | 570,15 | 570,20 | 570,49 | 570,65 |
| Mois... | 569,46 | 569,66 | 569,75 | 569,77 | 569,76 | 569,68 | 569,78 | 570,08 | 570,17 |

### Température.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade, | + 4,81 | + 7,25 | + 8,82 | + 9,65 | + 9,98 | + 9,53 | + 7,55 | + 5,68 | + 5,03 |
| 2e » | + 4,19 | + 5,18 | + 6,81 | + 7,61 | + 8,09 | + 7,24 | + 5,87 | + 4,82 | + 4,52 |
| 3e » | + 5,91 | + 8,11 | + 9,42 | +10,38 | +10,16 | + 9,54 | + 8,71 | + 7,39 | + 7,02 |
| Mois... | + 5,00 | + 6,89 | + 8,38 | + 9,25 | + 9,44 | + 8,79 | + 7,42 | + 6,01 | + 5,57 |

### Hygromètre.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re décade, | 80,5 | 78,2 | 77,4 | 76,7 | 75,6 | 76,6 | 78,2 | 79,2 | 79,3 |
| 2e » | 83,9 | 82,1 | 81,8 | 79,9 | 80,2 | 81,6 | 82,5 | 83,6 | 85,0 |
| 3e » | 80,3 | 78,0 | 80,1 | 79,4 | 78,7 | 79,5 | 80,6 | 81,5 | 82,5 |
| Mois... | 81,5 | 79,4 | 79,8 | 78,7 | 78,2 | 79,3 | 80,5 | 81,5 | 82,3 |

| | Therm. min. | Ther. max. | Clarté moy. du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | mm |
| 1re décade, | + 1,91 | +11,93 | 0,38 | 4,2 |
| 2e » | + 1,14 | +10,17 | 0,60 | 28,1 |
| 3e » | + 2,84 | +12,29 | 0,41 | 14,2 |
| Mois... | + 1,99 | +11,49 | 0,46 | 46,5 |

Dans ce mois, l'air a été calme 13 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,23 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 12 sur 100.

# TABLE

## DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME XXIII.

## (1853 — Nos 89 à 92.)

Pages.

## BULLETIN SCIENTIFIQUE.

### Astronomie.



### Physique.

## Chimie.



## Minéralogie et Géologie.



## Anatomie et Physiologie.

## Botanique.



---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

### faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.







